
BACHELORARBEIT

Herr
Patrick Richter

**Etablierung des „Tropical
Chamber-Tests“ zur Bestimmung
der Schimmelpilzfestigkeit von
Halbfabrikaten und Leder.**

Mittweida, 2015

BACHELORARBEIT

Etablierung des „Tropical Chamber-Tests“ zur Bestimmung der Schimmelpilzfestigkeit von Halbfabrikaten und Leder.

Autor:

Herr

Patrick Richter

Studiengang:

Biotechnologie/ Bioinformatik

Seminargruppe:

BI11w2-B

Erstprüfer:

Prof. Dr. Petra Radehaus

Zweitprüfer:

Dr. Michael Meyer

Einreichung:

Mittweida, 18.09.2015

Verteidigung/Bewertung:

Mittweida, 2015

Bibliographische Beschreibung:

Richter, Patrick: Etablierung des „Tropical Chamber-Tests“ zur Bestimmung der Schimmelpilzfestigkeit von Halbfabrikaten und Leder. - 2015. - VII, 70, LII S.
Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften, Bachelorarbeit, 2015

Englischer Titel

Establishment of the Tropical Chamber-Test for the determination of mold resistance of semi-finished products and leather.

Kurzbeschreibung:

Inhalt dieser Bachelorarbeit ist die Etablierung des Tropical Chamber-Tests zur Bestimmung der Schimmelpilzfestigkeit von Leder und Leder-Halbfabrikaten. Sowohl der Aufbau, als auch die Durchführung eines Tropical Chamber Tests sind Gegenstand dieser Arbeit. Vergleichend dazu wird die TEGEWA-Methode hinzugezogen. Die Ergebnisse und Vorteile des Tropical Chamber-Tests werden gegenüber der TEGEWA-Methode erläutert.

Danksagung

Diese Bachelorarbeit entstand in dem Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen gGmbH in Freiberg.

Aus diesem Grund möchte ich mich bei Herrn Dr. Michael Meyer und Dr. Kathrin Leppchen-Fröhlich bedanken, unter deren Leitung und Betreuung diese Arbeit entstand.

Ebenso bedanke ich mich bei Frau Prof. Dr. rer. nat. Petra Radehaus, die mich von Seiten der Hochschule Mittweida bei meiner Bachelorarbeit unterstützte und zahlreiche Ratschläge und Hinweise gab.

Ein weiterer großer Dank geht an Dr. Isabel Zirnstein. Vielen Dank für das Lesen und schnelle Korrigieren in den letzten Wochen der Bearbeitung.

Ein besonderer Dank gilt meiner Familie für die Ermutigung und Unterstützung während meines Studiums und bei der Erstellung dieser Bachelorarbeit.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung.....	1
1.1 „Wet-blue“, „Wet-white“ und Leder	3
1.2 Der Tropical Chamber-Test	3
1.3 Die TEGEWA-Methode	4
1.4 Verwendete Schimmelpilzstämmе	4
1.5 Bestimmung und Einstellung der Sporenkonzentration mit der Zählkammer	10
1.6 Die Tyndallisation.....	12
2 Zielstellung	13
3 Material.....	14
3.1 Chemikalien	14
3.2 Medien	14
3.3 Schimmelpilze	15
3.4 Geräte	16
3.5 Materialien	16
4 Methoden	18
4.1 Anzuchtmedien für die Schimmelpilzstämmе	18
4.1.1 Herstellung des Malzextrakt-Agar	18
4.1.2 Kartoffel-Dextrose-Agar	18
4.1.3 CZAPEK-DOX-Agar.....	18
4.1.4 Chaetomium-Medium	18
4.2 Beimpfung der Nährmedien und Anzucht der Schimmelpilzstämmе	19
4.3 Tyndallisieren der Erde.....	19
4.4 Aufbau der Tropical Chamber	19
4.5 Herstellung der Sporensuspensionen für den Test.....	26
4.6 Vorbereitung der Kammer	27
4.7 Herstellung der Prüflinge (Materialproben)	28
4.8 Untersuchung der Prüflinge (Materialproben).....	31

4.9 TEGEWA-Methode	32
5 Ergebnisse.....	34
5.1 Auswertung nach einer Inkubationszeit von 7 Tagen.....	35
5.1.1 Tropical Chamber-Test	35
5.1.2 TEGEWA-Methode	37
5.2 Auswertung nach einer Inkubationszeit von 14 Tagen	40
5.2.1 Tropical Chamber-Test	40
5.2.2 TEGEWA-Methode	43
5.3 Auswertung nach einer Inkubationszeit von 21 Tagen	46
5.3.1 Tropical Chamber-Test	46
5.3.2 TEGEWA-Methode	49
5.4 Auswertung nach einer Inkubationszeit von 28 Tagen	52
5.4.1 Tropical Chamber-Test	52
5.4.2 TEGEWA-Methode	55
5.5 Temperaturverlauf des Tropical Chamber-Tests.....	58
6 Diskussion	59
6.1 Halbfabrikate des Tropical Chamber-Tests	59
6.1.1 Lederproben des Tropical Chamber-Tests.....	59
6.1.2 Halbfabrikate der TEGEWA-Methode.....	60
6.1.3 Lederproben der TEGEWA-Methode (Versuch 1 und Versuch 2)	60
6.2 Gegenüberstellung von Tropical Chamber-Test und TEGEWA-Methode	61
6.3 Nutzwertanalyse der Methoden Tropical Chamber vs. TEGEWA.....	62
6.4 Fehlerbetrachtung bezüglich des Tropical Chamber-Test	68
7 Zusammenfassung	70
8 Ausblick	71
9 Summary.....	72
Literaturverzeichnis	73
Anhang.....	VIII
Anhang I: Auswertungstabelle Lederproben V1/V2 und Leder-Halbfabrikate des Tropical Chamber-Tests	VIII
Anhang II: Halbfabrikate Tropical Chamber-Test.....	XIX
Anhang III: Lederproben Tropical Chamber-Test.....	XXXVII

Inhaltsverzeichnis

Anhang IV: Auswertungstabelle Leder-Halbfabrikate TEGEWA-Methode.....	XLV
Anhang V: Auswertungstabelle Lederproben V1 TEGEWA-Methode	L
Anhang VI: Auswertungstabelle Lederproben V2 TEGEWA-Methode.....	LII
Selbstständigkeitserklärung.....	70

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: <i>A. niger</i>	5
Abbildung 2: <i>A. terreus</i>	6
Abbildung 3: <i>A. versicolor</i>	6
Abbildung 4: <i>C. globosum</i>	7
Abbildung 5: <i>H. resinae</i>	7
Abbildung 6: <i>P. variotii</i>	8
Abbildung 7: <i>P. funiculosum</i>	8
Abbildung 8: <i>T. viride</i>	9
Abbildung 9: <i>P. pinophilum</i>	9
Abbildung 10: <i>S. brevicaulis</i>	9
Abbildung 11: <i>T. virens</i>	10
Abbildung 12: Neubauer Zählkammer (links,URL-26) und Zählfeld mikroskopisch (rechts,URL-27)	11
Abbildung 13: Technische Zeichnung Seitenansicht der Tropical Chamber [Maße in mm]	21
Abbildung 14: Seitenansicht der Tropical Chamber	22
Abbildung 15: Technische Zeichnung Frontansicht Tropical Chamber [Maße in mm].	23
Abbildung 16: Frontansicht Tropical Chamber	23
Abbildung 17: Technische Zeichnung der Frontansicht des Tropical Chamber-Dachs [Maße in mm]	23
Abbildung 18: Dach Tropical Chamber	24
Abbildung 19: 3-D Ansicht der Tropical Chamber	25
Abbildung 20: Draufsicht Tropical Chamber	25
Abbildung 21: Tropical Chamber	25
Abbildung 22: Gesamte Tropical Chamber-Anlage	26
Abbildung 23: Tropical Chamber mit beimpfter Erde	28
Abbildung 24: Glutaraldehydgerbung	29
Abbildung 25: Chromgerbung	29
Abbildung 26: Probenanordnung in der Tropical Chamber	31
Abbildung 27: Probenstation	32

Abbildung 28: Bewuchs des Leders V1 nach 7 Tagen	35
Abbildung 29: Bewuchs des Leders V2 nach 7 Tagen	36
Abbildung 30: Bewuchs der Halbfabrikate nach 7 Tagen	37
Abbildung 31: Bewuchs der Leder V1 nach 7 Tagen	38
Abbildung 32: Bewuchs der Leder V2 nach 7 Tagen	39
Abbildung 33: Bewuchs der Leder-Halbfabrikate nach 14 Tagen	40
Abbildung 34: Bewuchs des Leders V1 nach 14 Tagen	41
Abbildung 35: Bewuchs des Leders V2 nach 14 Tagen	42
Abbildung 36: Bewuchs der Leder-Halbfabrikate nach 14 Tagen	43
Abbildung 37: Bewuchs der Leder V1 nach 14 Tagen	44
Abbildung 38: Bewuchs der Leder V2 nach 14 Tagen	45
Abbildung 39: Bewuchs der Leder-Halbfabrikate nach 21 Tagen	46
Abbildung 40: Bewuchs des Leders V1 nach 21 Tagen	47
Abbildung 41: Bewuchs des Leders V2 nach 21 Tagen	48
Abbildung 42: Bewuchs der Leder-Halbfabrikate nach 21 Tagen	49
Abbildung 43: Bewuchs der Leder V1 nach 21 Tagen	50
Abbildung 44: Bewuchs der Leder V2 nach 21 Tagen	51
Abbildung 45: Bewuchs der Leder-Halbfabrikate nach 28 Tagen	52
Abbildung 46: Bewuchs des Leders V1 nach 28 Tagen	53
Abbildung 47: Bewuchs des Leders V2 nach 28 Tagen	54
Abbildung 48: Bewuchs der Leder-Halbfabrikate nach 28 Tagen	55
Abbildung 49: Bewuchs der >Leder V1 nach 28 Tagen	56
Abbildung 50: Bewuchs der Leder V2 nach 28 Tagen	57
Abbildung 51: Temperatur Verlauf des Tropical-Chamber	58

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schimmelpilze mit Kultivierungsparameter	15
Tabelle 2: Konzentrationen der Sporensuspensionen	27
Tabelle 3: Probenkennzeichnung der Halbfabrikate	28
Tabelle 4: Probenkennzeichnung der Lederfabrikate	30
Tabelle 5: Bewertungskriterien für die Nutzwertanalyse	64
Tabelle 6: Nutzwertanalyse Wassereinsparmöglichkeiten	65
Tabelle 7: Wertsynthese der Nutzwertanalyse.....	67
Tabelle 8: Rangordnung der Nutzwertanalyse.....	68
Tabelle 9: Quantifizierung des Schimmelpilzwachstums.....	VIII
Tabelle 10: Prozentualer Bewuchs der Halbfabrikate nach 7 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil	VIII
Tabelle 11: Prozentualer Bewuchs der Lederproben nach 7 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil	X
Tabelle 12: Prozentualer Bewuchs der Proben der Halbfabrikate nach 14 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil.....	XI
Tabelle 13: Prozentualer Bewuchs der Lederproben nach 14 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil	XII
Tabelle 14: Prozentualer Bewuchs der Halbfabrikate nach 21 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil	XIII
Tabelle 15: Prozentualer Bewuchs der Lederproben nach 21 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil	XV
Tabelle 16: Prozentualer Bewuchs der Halbfabrikate nach 28 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil	XVI
Tabelle 17: Prozentualer Bewuchs der Lederproben nach 28 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil	XVII
Tabelle 18: Auswertung TEGEWA Leder-Halbfabrikate	XLV
Tabelle 19: Auswertung Lederproben TEGEWA-Methode V1	L
Tabelle 20: Auswertung Lederproben TEGEWA-Methode V2	LII

Abkürzungsverzeichnis

ChaM	Chaetomium-Medium
CzA	CZAPEK-DOX-Agar
KDA	Kartoffel-Dextrose-Agar
MEA	Malzextrakt-Agar
rLF	relative Luftfeuchtigkeit
TCT	Tropical Chamber-Test

1 Einleitung

Die weltweite Produktion von Rinderhäuten betrug 2009-2011 durchschnittlich ca. 6,428 Millionen Tonnen pro Jahr. Daraus wurden 551.000 Tonnen Leder hergestellt [URL-34]. „Die [vier] größten Lederproduzenten sind China, Indien, Brasilien und die USA [...]“ [URL-33]. Aufgrund steigender Löhne und Grundstückspreise in China verlagert sich die globale Lederproduktion in Richtung Pakistan und Bangladesch [URL-33]. Das hergestellte Flächenleder wird u.a. für die Automobil- und Möbelindustrie sowie Bekleidungs- und Schuhsektor verwendet [URL-35]. Die Zergliederung der Prozesskette bei der Lederherstellung und der Import von Lederwaren (Deutschland 14.500 t Rind und 22.200 t Ziege und Schaf) erfordern den Transport zu den verschiedenen Fertigungsstationen [URL-34]. Dieser weltweite Materialtransport geschieht meist über den Seeweg und beinhaltet Probleme beim Passieren unterschiedlicher Klimazonen. Damit beeinflussen die Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsunterschiede bei der Verfrachtung und Lagerung den mikrobiellen Bewuchs durch Bakterien und Schimmelpilze. Die Bakterien sind durch den Abbau der ungegerbten Proteine hauptsächlich für die Zerstörung der Roh- bzw. Tierhäute verantwortlich. Mögliche Bakterien für die biologische Zerstörung sind z.B. *Micrococcus roseus* und *Bacillus subtilis* [Orlita, 2004]. Die Schimmelpilze verwenden als Hauptnahrungsquelle die in gegerbten Materialien vorkommenden Kohlenhydrate, Fette und Proteine. Die am häufigsten isolierten Schimmelpilze sind u.a. *Aspergillus niger* und *Trichoderma viride* [Orlita, 2004]. Ein solcher Befall mindert die Qualität, die Quantität bzw. die Verwendung des Materials. Um einen Schimmelpilzbefall zu minimieren oder zu verhindern, wurden verschiedene Fungizide, wie z.B. TCMTB (Mortanol30), OPP und CMK (Preventol) oder OIT entwickelt und eingesetzt [Pekhtasheva, 2012; Leppchen-Fröhlich, 2012; ZSCHIMMER & SCHWARZ]. Für die Bestimmung der Wirksamkeit dieser Fungizide bzw. der mit den Fungiziden behandelten Materialien existieren eine Vielzahl von Testnormen. Bei den häufigsten Testmethoden haben die Lederwaren direkten Kontakt mit einem Nährmedium für Schimmelpilze, welches mit einer definierten Konzentration an Schimmelsporen beimpft wurde. Diese Testparameter weichen von den normalen Lagerungs- und Transportbedingungen der Lederwaren ab, da schwankende Konzentrationen der Luftfeuchtigkeit nicht berücksichtigt werden. Der zu etablierende Tropical Chamber-

Einleitung

Test (TCT) unterscheidet sich gegenüber den bestehenden Testnormen darin, dass die Lederproben über einem inokulierten Nährmedium hängen. Dabei wird ein direkter Kontakt der Lederproben mit dem Nährmedium und den Schimmelpilzen vermieden. Diese Methode soll im Vergleich zu anderen Testmethoden realitätsnahe Bedingungen simulieren [ASTM Int'l, 2011].

Heutige Testnormen sind u.a. die TEGEWA-Methode zur Prüfung der Schimmelpilzfestigkeit von Wet Blue [Christner, 1996], die PV 3970-Methode „Bestimmung des Potenzials für Schimmelpilzwachstum“, die DIN EN 14119 „Bestimmung der Einwirkung mikroskopischer Pilze“, die Norm D 4576 – 08 “Standard Test Method for Mold Growth Resistance of Wet Blue”, die Norm D 7584 – 10 „Standard Test Method for Evaluating the Resistance of the Surface of Wet Blue to the Growth of Fungi in an Environmental Chamber“. Bei der TEGEWA-Methode wird das Probenmaterial auf dem Nährmedium platziert, welches mit einem Schimmelpilz beimpft ist [Christner, 1996]. Diese Methode hat sich im Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen zur Prüfung von Schimmelpilzfestigkeit etabliert. Die Vorteile der TEGEWA-Methode sind: geringe Erstanschaffungskosten und eine hohe Reproduzierbarkeit. Ihre Nachteile sind: Kontakt der Prüflinge mit dem Nährmedium und den Schimmelpilzen bzw. keine Flexibilität in der Parametereinstellung. Des Weiteren müssen die Materialien (Petrischalen) immer wieder neu beschafft, die Nährmedien neu hergestellt und die Schimmelpilze neu kultiviert werden. Es bestehen keine realitätsnahen Bedingungen und es können keine neuen Proben in den laufenden Test eingebracht werden. Die Vorteile des Tropical Chamber-Tests sind: die Flexibilität in den Parametereinstellungen, die einmalige Herstellung des Nährmediums und die einmalige Anzucht der verwendeten Schimmelpilze. Die Prüflinge haben keinen Kontakt mit dem Nährmedium oder der Erde mit den Schimmelpilzen und es herrschen reale Umgebungsbedingungen. Des Weiteren hat der Test eine hohe Reproduzierbarkeit und die Einbringung neuer Proben in den laufenden Test ist jederzeit möglich. Nachteile sind die einmalig höheren Anschaffungskosten, der Aufbau und die Etablierung des Testes unter den bestehenden Testmethoden. Die Auswertung beider Methoden erfolgt auf die gleiche Art und Weise. Die erzielte Zeit-, Arbeits- und Materialersparnis des Tropical Chamber-Tests zeigt die Notwendigkeit der Einführung dieser Methode.

1.1 „Wet-blue“, „Wet-white“ und Leder

Die Lederherstellung umfasst eine Vielzahl von Fertigungsschritten, welche in folgende vier Produktionsschritte eingeteilt werden können: Die Wasserwerkstatt, die Gerbung und die Nass- und Trockenzurichtung. Die Arbeitsschritte in der Wasserwerkstatt umfassen z.B. die Weiche, Enthaarung, Entkalkung, das Beizen, Entfetten und Pickeln der Rohhäute. Nachfolgend werden die Häute z.B. mineralisch oder pflanzlich-synthetisch gegerbt [Orlita, 2004; Pauligk, 1983]. Hat das Rohmaterial die ersten beiden Produktionsschritte durchlaufen, wird es als Leder-Halbfabrikat bezeichnet. Das Halbfabrikat „Wet-blue“ entsteht durch die Gerbung mit Chrom(III)-Salzen und wird als Chromgerbung bezeichnet. Das „Wet-white“ wird durch die Gerbung mit Aluminiumsalzen, Zirkonsalzen oder Glutaraldehyd hergestellt. Diese Gerbung wurde früher als Weißgerbung bezeichnet und findet heute kaum noch Anwendung. Halbfabrikate besitzen einen Wassergehalt von 75–85%.

Der dritte und vierte Produktionsschritt sind die Nass- und Trockenzurichtung. Diese umfassen u.a. folgende Arbeitsschritte: das Färben und Fetten von Leder, die Trocknung sowie die finale Anpassung des Leders entsprechend seiner Verwendung [Orlita, 2004; Pauligk, 1983]. Durch die Verfahrensschrittender Nass- und Trockenzurichtung reduziert sich der Wassergehalt auf 14–18%, wobei dieser Wert von der umgebenden Luftfeuchtigkeit abhängig ist. Nach den Zurichtungsarbeiten ist das Material mit den gewünschten Eigenschaften, z.B. Farben oder Prägungen versehen und wird als Leder bezeichnet [Pauligk, 1983; Werner, 1979]. Optimale Wachstumsbedingungen für Schimmelpilze sind Temperaturen zwischen 25 und 30°C [Pietikäinen^{1,2}, 2001] und eine Luftfeuchtigkeit von ca. 98% [Sautour, 2000] [Mitchell, 2004].

1.2 Der Tropical Chamber-Test

Der Tropical Chamber-Test dient zur Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Leder-Halbfabrikaten oder Leder gegenüber Schimmelpilzen, indem die Wirksamkeit eingesetzter Fungizide untersucht wird. Mit dieser Methode werden optimale Wachstumsbedingungen für Schimmelpilze simuliert. Die Tropical Chamber ist eine Klimakammer, welche eine Luftfeuchtigkeit von 95-98% und eine Temperatur von

32,5°C besitzt. Auf einem in der Kammer befindlichen Tisch befindet sich keimarme Erde, die mit verschiedenen untersuchungsrelevanten Schimmelpilzsporen beimpft wird. Nach einem Anwachsen der Schimmelpilze werden die Leder-Halbfabrikate- und die Leder-Stücke, nachfolgend Prüfling genannt, in der Kammer platziert. Die Prüflinge sind an einer Probenstange befestigt und hängen 10 cm über der beimpften Erde. Die Sporen der Schimmelpilze kommen durch den Luftstrom aus der kontaminierten Erde in Kontakt mit der Materialprobe. Die Testdauer beträgt 28 Tage, wobei alle 7 Tage die Proben visuell geprüft und der Schimmelpilzbefall bewertet wird. Nach 28 Tagen ist der Test beendet, und es erfolgt die abschließende Auswertung [ASTM Int'l, 2011].

Weitere Einsatzgebiete für den Tropical Chamber-Test sind die Bestimmung der Schimmelpilzfestigkeit bei Tapeten, Deckenplatten, Lackoberflächen und allen Materialien für Innenräume [USG, 2007; Chang, 1995; Foarde, 1996; Greenberger 1983].

1.3 Die TEGEWA-Methode

Die TEGEWA-Methode ist ein Agardiffusionstest. Für den Test werden 5 Sporensuspensionen aus *Aspergillus niger*, *Aspergillus repens*, *Hormoconis resinae*, *Penicillium funiculosum* und *Trichoderma viride* hergestellt, die anschließend auf das Nährmedium gegeben und mit dem Drigalskispatel verteilt werden. Daraufhin wird das Probenmaterial auf diesem Nährmedium platziert. Diese Methode dient zur Feststellung, ob Leder-Halbfabrikate oder Leder von Schimmelpilzen bewachsen werden können. Des Weiteren zeigt die TEGEWA-Methode die Wirkungen von eingesetzten Fungiziden. Die Testdauer beträgt 28 Tage, wobei alle 7 Tage die Proben visuell geprüft werden. Es werden der Bewuchs auf den Probenoberflächen, dem Nährmedium und eventuelle Verfärbungen der Probenoberflächen bewertet [Christner, 1996].

1.4 Verwendete Schimmelpilzstämme

In den angewendeten Testmethoden werden verschiedene Schimmelpilzstämme eingesetzt. Um einen Überblick über diese Stämme zu erhalten, werden diese Schimmelpilze im Folgenden näher beschrieben. Grundsätzlich sind es

Einleitung

Mikroorganismen des täglichen Lebens, welche im Wohnraum, im Erdboden, im Staub und auf Lebensmitteln vorkommen. Ihre Sporen sind ubiquitär verbreitet. Sie sind in der Lage, verschiedene Materialien zu befallen, auf ihnen auszukeimen und heranzuwachsen. Bei ihrem Wachstum können sie u. a. giftige Stoffwechselprodukte freisetzen, die verantwortlich für gesundheitliche Schäden sind. Die Auswahl der Schimmelpilze in den heutigen Testnormen erfolgte aufgrund der Isolierung dieser Schimmelpilze von organischen Materialien wie Papier, Textilien, Leder-Halbfabrikaten und Leder [Reiß, 1997] [URL-3].

Aspergillus niger

Aspergillus niger ist ein ubiquitärer, schnell wachsender, im Erdboden vorkommender Schimmelpilz. Er befällt u.a. Lebensmittel, verschiedene Gewürze und unbehandelte Textilien [URL-4]. Des Weiteren ist er in der Lage, Kunststoff abzubauen, wobei er verschiedene Stoffe wie z.B. Weichmacher oder Emulgatoren aus den Kunststoffen abbaut [Reiß, 1997]. Durch seine schwarzen Sporen ist er auch unter



Abbildung 1: *A. niger*

dem Namen Schwarzsimmel bekannt. Seine optimale Wachstumstemperatur beträgt 37°C. Das Anzuchtmedium ist Malzextrakt-Agar. *Aspergillus niger* wächst auf dem Anzuchtmedium schwarz mit Furchen. Er färbt das Nährmedium dunkler. Durch ihn hervorgerufene Erkrankungen können z.B. allergische Reaktionen, Bauchfellentzündungen und Infektionen der Haut sein [Reiß, 1997; Gravesen, 1994] [URL-4; URL-5]. Normen bei denen er eingesetzt wird, sind die DIN EN 14119 „Prüfung von Textilien Bestimmung der Einwirkung mikroskopischer Pilze (Mikrofungi)“ und die DIN EN 600068-2-10 „Umgebungseinflüsse – Teil 2-10: Prüfverfahren – Prüfung J und Leitfaden: Schimmelwachstum“ [Leppchen-Fröhlich, 2015].

Einleitung

Aspergillus terreus

Das Vorkommen des Schimmelpilzes *Aspergillus terreus* ist z.B. im Boden, auf Lebensmitteln oder in der Luft [URL-6]. Er wurde auf Baumwollfabrikaten oder Leder isoliert [Reiß, 1997]. Sein Wachstumsoptimum liegt bei 37°C wobei er auch bei höheren Temperaturen gute Wachstumseigenschaften



Abbildung 2: *A. terreus*

aufweist. *Aspergillus terreus* wächst auf dem Anzuchtmedium Kartoffel-Dextrose-Agar weiß und erscheint samtig [Gravesen, 1994] [URL-6; URL-7]. Er bildet dabei Extrudate im Nährmedium und färbt es dunkler. Der Kontakt mit *A. terreus* kann Schädigungen der Haut, der Nägel oder Lungenerkrankungen hervorrufen. Normen bei denen er eingesetzt wird, sind die PR 550 „Mikrobielle Beständigkeit – Schimmelbeständigkeit“ und die DIN EN 600068-2-10 „Umgebungseinflüsse – Teil 2-10: Prüfverfahren – Prüfung J und Leitfaden: Schimmelwachstum“ [Leppchen-Fröhlich, 2015].

Aspergillus versicolor

Der Schimmelpilzes *Aspergillus versicolor* tritt vermehrt in der Luft, auf Lebensmitteln und im Hausstaub auf [URL-8]. Er ist in der Lage, Kohlenwasserstoffe aus Kraftstoffen abzubauen und produziert Enzyme, welche u.a. Zellulose oder Stärke zersetzen [Reiß, 1997]. Die Sporen dieses Schimmelpilzes kann zu Augen- oder Rachenreizung führen und kanzerogen wirken. Seine optimale Wachstumstemperatur



Abbildung 3: *A. versicolor*

auf dem Anzuchtmedium Kartoffel-Dextrose-Agar beträgt 22-26°C. *Aspergillus versicolor* wächst auf dem Anzuchtmedium grau und mit kleinen Furchen [Gravesen, 1994] [URL-8; URL-9]. Er bildet Extrudate im Nährmedium und färbt es dunkler. Eine Norm, bei der er eingesetzt wird, ist die RTCA/DO-160G „Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment Section 13 Fungus Resistance“ [Leppchen-Fröhlich, 2015].

Einleitung

Chaetomium globosum

In feuchten Innenräumen ist die Existenz des Schimmelpilzes *Chaetomium globosum* sehr häufig nachgewiesen [URL-10]. Er besiedelt u.a. Cellulose, Textilien, und baut Kunststoffe von Flugzeugteilen ab. Bei diesen Kunststoffteilen werden Weichmacher oder Füllstoffe zersetzt. Der Schimmelpilz bildet Chetomin, welches als antibiotisches Allergen bei Inhalationen verwendet wird [URL-10]. Sein

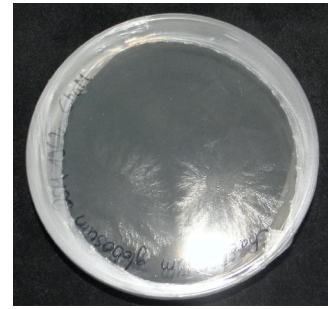


Abbildung 4: *C. globosum*

Wachstumsoptimum beträgt 24°C auf Chaetomium-Medium. *Chaetomium globosum* wächst auf dem Anzuchtmedium transparent und sein Myzel erscheint geästet. Er kann u.a. Hautinfektionen und Bauchfellentzündungen verursachen. Normen bei denen er eingesetzt wird, sind die DIN EN 14119 „Prüfung von Textilien Bestimmung der Einwirkung mikroskopischer Pilze (Mikrofungi)“ und die DIN EN 600068-2-10 „Umgebungseinflüsse – Teil 2-10: Prüfverfahren – Prüfung J und Leitfaden: Schimmelwachstum“ [Leppchen-Fröhlich, 2015; URL-11].

Hormoconis resinae

Hormoconis resinae wird auch als Diesel- oder Kerosinpilz bezeichnet. Dabei ist er in der Lage unter der Anwesenheit von Wasser die langkettigen Kohlenwasserstoffe des Kerosins abzubauen. Er befindet sich u.a. auf Lederschmiermittel, Kunststoffe an Elektrogeräten, wobei er z.B. Weichmacher in diesen abbaut. Im Flugverkehr ist er durch sein vermehrtes Wachstum ein großes Problem [Reiß, 1997]. Sein



Abbildung 5: *H. resinae*

Wachstumsoptimum beträgt 20°C auf dem Anzuchtmedium Malzextrakt-Agar. *Hormoconis resinae* wächst auf dem Nährmedium grau wobei er im Zentrum kleine Furchen bildet. Er färbt das Nährmedium dunkel. Normen bei denen er eingesetzt wird, sind die „TEGEWA – Schimmelbeständigkeit, WB, WW, Leder“ und die DIN EN 600068-2-10 „Umgebungseinflüsse – Teil 2-10: Prüfverfahren – Prüfung J und Leitfaden: Schimmelwachstum“ [Leppchen-Fröhlich, 2015] [URL-12; URL-13].

Einleitung

Paecilomyces variotii

Die Verbreitung des *Paecilomyces variotii* erfolgt über Luft und Staub. Er greift u.a. Textilfasern, Leder und PVC, in denen er z.B. die Weichmacher abbaut, an [Reiß, 1997]. Durch seine hohe Temperaturltoleranz von bis zu 60°C zählt er zu den thermophilen Schimmelpilzen [URL-14]. Typische Erkrankungen sind Herz- oder Tränensackentzündungen. Sein



Abbildung 6: *P. variotii*

Wachstumsoptimum liegt bei 25-35°C auf dem Anzuchtmedium CZAPEK-DOX-Agar. *Paecilomyces variotii* wächst auf dem Anzuchtmedium gelblich. Normen bei denen er eingesetzt wird, sind die DIN EN 14119 „Prüfung von Textilien Bestimmung der Einwirkung mikroskopischer Pilze (Mikrofungi)“ und die DIN EN 600068-2-10 „Umgebungseinflüsse – Teil 2-10: Prüfverfahren – Prüfung J und Leitfaden: Schimmelwachstum“ [Leppchen-Fröhlich, 2015; Gravesen, 1994] [URL-14; URL-15].

Penicillium funiculosum

Penicillium funiculosum ist oft auf tropischen Früchten zu finden. Selten wächst er in Innenräumen [URL-16]. Er befällt u.a. Leder, Textilien, Kunststoffe von Elektrogeräten in denen er z.B. Füllstoffe abbaut. Sein optimales Wachstum besitzt er bei 24°C auf dem Anzuchtmedium Kartoffel-Dextrose-Agar.

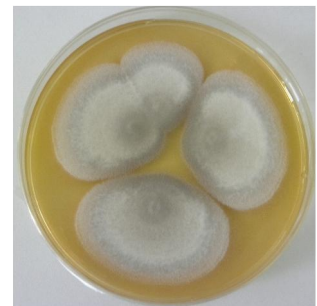


Abbildung 7: *P. funiculosum*

Penicillium funiculosum wächst auf dem Anzuchtmedium in verschiedenen Bereichen des Myzel weiß-grau und erscheint samtig. Normen bei denen er eingesetzt wird, sind die „TEGEWA – Schimmelbeständigkeit, WB, WW, Leder“ und die DIN EN 600068-2-10 „Umgebungseinflüsse – Teil 2-10: Prüfverfahren – Prüfung J und Leitfaden: Schimmelwachstum“ [Reiß, 1997; Leppchen-Fröhlich, 2015] [URL-17].

Einleitung

Trichoderma viride

Trichoderma viride ist als guter Zelluloseverwerter auf altem Holz, Papier oder durch Wasser geschädigte Baumaterialien wie Mineralfaserkanäle zu finden. Der Schimmelpilz kann zu allergischen Reaktionen führen [URL-18; Reiß, 1997]. Er kann bei Temperaturen von 6–37°C wachsen. Sein Wachstumsoptimum liegt bei 20–28°C auf dem Anzuchtmedium Malzextrakt-Agar. *Trichoderma viride*



Abbildung 8: *T. viride*

wächst auf dem Anzuchtmedium in verschiedenen Grüntönen und bildet dabei eine unebene Oberfläche. Eine Norm, bei der er eingesetzt wird, ist die „TEGEWA – Schimmelpilzbeständigkeit, WB, WW, Leder“ [Leppchen-Fröhlich, 2015; Gravesen, 1994] [URL-19].

Penicillium pinophilum

Der Schimmelpilz *Penicillium pinophilum* kommt auf Nüssen vor, kann aber auch Ethandiol in Frostschutzmitteln abbauen [Reiß, 1997]. Sein optimales Wachstum hat der Schimmelpilz bei 24°C auf dem Anzuchtmedium Kartoffel-Dextrose-Agar. *Penicillium pinophilum* wächst auf dem Anzuchtmedium in verschiedenen Bereichen des Myzel weiß und grau. Er bildet eine samtige Oberfläche und färbt das Nährmedium dunkler.



Abbildung 9: *P. pinophilum*

Eine Norm, bei der er eingesetzt wird, ist die DIN EN 14119 „Prüfung von Textilien Bestimmung der Einwirkung mikroskopischer Pilze (Mikrofungi)“ [Leppchen-Fröhlich, 2015] [URL-22; URL-23].

Scopulariopsis brevicaulis

Scopulariopsis brevicaulis kommt ubiquitär vor und befällt Weizen, Gerste und organische Materialien. Der Schimmelpilz ist charakteristisch für seinen Ammoniakgeruch. Außerdem kann er zu Nagel- und Hautkrankheiten führen [Reiß, 1997; URL-24]. Sein



Abbildung 10: *S. brevicaulis*

Einleitung

Wachstumsoptimum liegt bei 24-30°C auf dem Anzuchtmedium Kartoffel-Dextrose-Agar. *Scopulariopsis brevicaulis* wächst auf dem Anzuchtmedium weiß und bildet kleine Furchen. Eine Norm, bei der er eingesetzt wird, ist die DIN EN 600068-2-10 „Umgebungseinflüsse – Teil 2-10: Prüfverfahren – Prüfung J und Leitfaden: Schimmelwachstum“ [Leppchen-Fröhlich, 2015; Gravesen, 1994] [URL-25].

Trichoderma virens

Der weltweit im Boden existierende Schimmelpilz *Trichoderma virens* befällt u.a. Cellulose, Textilien und Kunststoffe von Elektrogeräte, bei denen er z.B. Emulgatoren abbaut. Verwendung findet der Pilz beim Schutz von Kulturpflanzen gegenüber Krankheitserregern, weil er gefährliche chemische Verbindungen abbauen kann und die Reaktion der Pflanze auf den Krankheitserreger positiv beeinflusst [Reiß, 1997; URL-20]. Sein optimales Wachstum



Abbildung 11: *T. virens*

findet bei 24°C auf dem Anzuchtmedium Kartoffel-Dextrose-Agar statt. *Trichoderma virens* wächst auf dem Anzuchtmedium weiß und bildet verschiedene Sektoren auf dem Myzel. Eine Norm, bei der er eingesetzt wird, ist die DIN EN 600068-2-10 „Umgebungseinflüsse – Teil 2-10: Prüfverfahren – Prüfung J und Leitfaden: Schimmelwachstum“ [Leppchen-Fröhlich, 2015] [URL-21].

1.5 Bestimmung und Einstellung der Sporenkonzentration mit der Zählkammer

Um die Sporenanzahl pro Milliliter in den Suspensionen berechnen zu können, ist es notwendig die Sporen auszuzählen. Zur Zählung der Sporen wird eine Zählkammer von Neubauer verwendet. Durch das Aufbringen eines Deckglases wird über dem Boden der Kammer ein Raum abgegrenzt, in dem die Sporen ausgezählt werden können. Die zum Aufbringen des Deckglases vorgesehenen Glasflächen der Kammer sind leicht anzuweichen, damit das Deckglas auf den Glasflächen anhaften kann. Danach wird die Pasteurpipette mit der Lösung am Rand des Deckglases aufgesetzt und der Inhalt der Pipette in die Zählkammer überführt. Durch die Kapillarkräfte wird die Lösung unter das Deckglas gesaugt. Die Neubauer Zählkammer (Abb. 12) ist in verschiedene

Einleitung

Quadrate (Abb. 12) unterteilt. Es werden die Eckquadrate, welche aus 16 kleineren Quadraten bestehen, ausgezählt.



Abbildung 12: Neubauer Zählkammer (links,URL-26) und Zählfeld mikroskopisch (rechts,URL-27)

Die Berechnung der Schimmelpilzsporen / Milliliter erfolgt nach folgender Formel:

$$\text{Teilchen pro } \mu\text{l Volumen} = \frac{\text{Ausgezählte Teilchen}}{\text{Ausgezählte Fläche (mm}^2\text{) * Kammertiefe (mm)}}$$

Die Summe aller in den Eckquadraten (1 Eckquadrat sind jeweils 16 kleinere Quadrate) ausgezählten Sporen wird durch die Anzahl der Eckquadrate (4 Stück) geteilt und ergibt somit den Mittelwert der Sporenanzahl pro Eckquadrat. Der Mittelwert der Sporenanzahl pro Eckquadrat wird mit 10^4 multipliziert und ergibt die Sporenanzahl/ Milliliter. Der Faktor 10^4 setzt sich aus folgenden Größen zusammen: Die Fläche der Eckquadrate beträgt 1 mm^2 bei einer Tiefe von $0,1 \text{ mm}$. Daraus ergibt sich ein Volumen von $0,1 \text{ mm}^3$ was $0,1 \mu\text{l}$ entspricht. Um ein Volumen von 1 ml zu erzielen multipliziert man mit 10^4 . So ist eine Berechnung der Sporenanzahl/ Milliliter möglich. Die Sporenanzahl/ Milliliter multipliziert mit dem eingesetzten Volumen der Sporensuspension ergibt die Gesamtsporenanzahl [URL-32].

1.6 Die Tyndallisation

Das Verfahren der Tyndallisation wird auch als fraktioniertes Sterilisieren bezeichnet. Sie wird bei Materialien angewendet welche keine Temperatureinwirkungen von 121°C überstehen oder bei Mikroorganismen welche in hitzeresistenten Stadien vorliegen können. Durch das Verfahren der Tyndallisation werden die Keime in der eingesetzten Erde minimiert und somit ein keimarmer Zustand erreicht. Dabei wird ein 2–4 maliges Erhitzen auf eine Temperatur von ca. 100°C durchgeführt. Zwischen dem Erhitzen sollte eine 24 Stunden Ruhephase liegen. Diese dient dazu, dass nicht abgetötete Sporen, hitzeresistente Stadien auskeimen oder neu gebildete Sporen im nächsten Durchgang beseitigt werden [URL-1; URL-2].

2 Zielstellung

Das Ziel der Bachelorarbeit ist die Etablierung des „Tropical Chamber-Tests“ zur Bestimmung der Schimmelpilzfestigkeit von Leder-Halbfabrikaten und Lederfabrikaten. Im Rahmen der Etablierung soll der Tropical Chamber-Test auf der Grundlage der ASTM-Norm D7584 – 10 „Standard Test Method for Evaluating the Resistance of the Surface of Wet Blue to the Growth of Fungi in an Environmental Chamber“ aufgebaut und durchgeführt werden. Zur Durchführung des Tropical Chamber-Tests werden die Materialien (Leder-Halbfabrikate und Lederfabrikate), welche nach der TEGEWA-Methode untersucht wurden, genutzt. Ein Vergleich der Ergebnisse aus beiden Methoden und deren Wertung sollen die in der Einleitung genannten Vorteile unterstreichen.

3 Material

In diesem Kapitel werden alle verwendete Chemikalien, Medien, Reagenzien, Geräte und Materialien in Art, Menge und Anzahl aufgelistet. Dies dient dazu, einen Überblick über die genau Zusammensetzung von Chemikalien und Medien zu erhalten und die erforderlichen Materialien und Geräte aufzuzeigen.

3.1 Chemikalien

Leitungswasser		32 Liter
Physiologische Kochsalzlösung	DI-H ₂ O	1000 ml
	NaCl	9 g
	Tween 80	1 ml

3.2 Medien

Malzextrakt-Agar (MEA)	Malzextrakt	30 g/ L
	Pepton	3 g/ L
	Agar-Agar	15 g/ L
	pH-Wert	5,6
CZAPEK-DOX-Agar (CzA)	Saccharose	30 g/ L
	NaNO ₃	3 g/ L
	MgSO ₄	0,5 g/ L
	KCl	0,5 g/ L
	FeSO ₄	0,01 g/ L
	K ₂ HPO ₄	1 g/ L
	Agar-Agar	13 g/ L
	pH-Wert	7,3
Kartoffel-Dextrose-Agar (KDA)	Kartoffelextrakt	4 g/ L
	Dextrose	20 g/ L
	Agar-Agar	15 g/ L
	pH-Wert	5,2 – 6,2

Material

Chaetomium-Medium (ChaM)	NaNO ₃	2 g/ L
	MgSO ₄ x 7 H ₂ O	0,5 g/ L
	KCl	0,5 g/ L
	Fe ₂ (SO ₄) ₃ x H ₂ O	0,01 g/ L
	KH ₂ PO ₄	0,14 g/ L
	K ₂ HPO ₄	1,2 g/ L
	Hefeextrakt	0,02 g/ L
	Agar-Agar	15 g/ L
	pH-Wert	7,2
Floragard Kräuter- und Aussaaterde 20 Liter	KCl	1 g/ L
	N	100 mg/ L
	K ₂ O	200 mg/ L
	P ₂ O ₅	100 mg/ L
	Mg	80 mg/ L
	Perlite	
	pH-Wert	5,6

3.3 Schimmelpilze

Tabelle 1: Schimmelpilze mit Kultivierungsparameter

Art	Stamm	Nährmedium	Temp.
<i>Aspergillus niger</i>	DSM 1957	Malzextrakt-Agar	36 °C
<i>Aspergillus terreus</i>	DSM 1958	Kartoffel-Dextrose-Agar	36 °C
<i>Aspergillus versicolor</i>	DSM 1943	Kartoffel-Dextrose-Agar	24 °C
<i>Chaetomium globosum</i>	DSM 1962	Chaetomium-Medium	24 °C
<i>Hormoconis resinae</i>	DSM 63423	Malzextrakt-Agar	24 °C
<i>Paecilomyces variotii</i>	DSM 1961	CZAPEK-DOX Agar	24 °C
<i>Penicillium funiculosum</i>	DSM 1960	Kartoffel-Dextrose-Agar	24 °C
<i>Penicillium pinophilum</i>	DSM 1944	Kartoffel-Dextrose-Agar	24 °C
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	DSM 9122	Kartoffel-Dextrose-Agar	24 °C

Material

<i>Trichoderma viride</i>	DSM 63065	Malzextrakt-Agar	24 °C
<i>Trichoderma virens</i>	DSM 1963	Kartoffel-Dextrose-Agar	24 °C

Alle Schimmelpilze wurden unter den angegebenen Temperaturen auf den aufgeführten Nährmedien für 14 Tage kultiviert.

3.4 Geräte

Waage, Sartorius, BP 221 S

Autoklav, Systec GmbH, VX-65

FVB Vertikal-Sterilisator, TECBOMARA Deutschland GmbH, E.1.D.2.10.1

Brutschrank, Memmert, BE 500

Sterilbank, ENVAIR Deutschland GmbH, eco safe Comfort, SCS 1-5 117

Temperatursensor, Ebro, EBI 310-T

Umlaufkühler, Julabo, FC1600-T

Mikroskop Zeiss AX 10, Scope.A1

3.5 Materialien

Vernichtungsbeutel, Polypropylen, 600 x 800 mm 3 Stück

Neubauer Zählkammer bright-line Profondeur,
Marienfeld, 0,1 mm Tiefe, 0,0025 mm² Fläche 1 Stück

Tropical Chamber

Alu-Verbundrohr 16 mm x 5 m 1 Stück

Distanzscheiben Kunststoff 54 x 2 mm 2 Stück

Edelstahlrohre 12 x 495 mm 8 Stück

Edelstahlschrauben M3 x 16 mm 52 Stück

Edelstahlschrauben M5 x 50 mm 4 Stück

Kunststofffüße 60 x 130 mm 4 Stück

Pattex Sekundenkleber Plastix 2 g 3 Stück

Plexiglas 1500 x 1000 mm 3 Scheiben

Polypropylen-Box 780 x 560 x 44 mm 1 Stück

Material

Polypropylen-Rand 780 x 560 mm	1 Stück
Polypropylen-Winkel 80 x 35 x 20 x 2 mm	4 Stück
Schellen 16 mm	4 Stück
Schlauch 13 x 1500 mm	2 Stück
Schlauchverbinder $\frac{1}{2}$ x $\frac{1}{2}$	2 Stück
Styroporplatten 20 x 500 x 1000 mm	4 Stück
Übergangsnippel 16 mm x $\frac{1}{2}$	2 Stück
Ringe PS mit Faltenlegehaken 37 x 6 mm	80 Stück

4 Methoden

4.1 Anzuchtmedien für die Schimmelpilzstämme

Für die verschiedenen Schimmelpilzstämme wurden die unterschiedlichen Nährmedien hergestellt und unter sterilen Bedingungen in Petrischalen gegossen.

4.1.1 Herstellung des Malzextrakt-Agar

Zur Herstellung des MEA wurden 4,8 g abgewogen und mit 100 ml destilliertem Wasser in einer Flasche gemischt. Anschließend wurde die Suspension bei 121 °C für 20 min autoklaviert. Danach wurden unter der Sterilbank 6 Petrischalen mit je 15 ml des Mediums gegossen und für 30 min abgekühlt, so dass sie erstarren.

4.1.2 Kartoffel-Dextrose-Agar

In einer Laborflasche wurden 7,8 g KDA mit 200 ml destilliertem Wasser gemischt. Anschließend wurde die Suspension bei 121 °C für 20 min autoklaviert. Danach wurden unter der Sterilbank 12 Petrischalen mit je 15 ml des Mediums gegossen und für 30 min abgekühlt, so dass sie erstarren.

4.1.3 CZAPEK-DOX-Agar

Zur Herstellung des CzA wurden 2,4 g abgewogen und mit 50 ml destilliertem Wasser in einer Flasche gemischt. Anschließend wurde die Suspension bei 121 °C für 20 min autoklaviert. Danach wurden unter der Sterilbank 2 Petrischalen mit je 15 ml des Mediums gegossen und für 30 min abgekühlt, so dass sie erstarren.

4.1.4 Chaetomium-Medium

Zur Anfertigung des Nährmediums wurden 50 ml ChaM Lösung mit 0,75 g Agar-Agar in einer Flasche gemischt. Anschließend wurde die Suspension bei 121 °C für 20 min autoklaviert. Danach wurden unter der Sterilbank 2 Petrischalen mit je 15 ml des Mediums gegossen und für 30 min abgekühlt, so dass sie erstarren.

4.2 Beimpfung der Nährmedien und Anzucht der Schimmelpilzstämme

Pro Schimmelpilzstamm wurden zwei Petrischalen unter der Sterilbank beimpft. Die Stämme *Aspergillus niger*, *Hormoconis resinae* und *Trichoderma viride* wurden auf dem Malzextrakt-Agar aufgebracht. Die Stämme *Aspergillus terreus*, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium pinophilum*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Trichoderma virens* und *Penicillium funiculosum* wurden auf Kartoffel-Dextrose-Agar aufgebracht. *Paecilomyces variotii* wurde auf dem CZAPEK-DOX-Agar und *Chaetomium globosum* auf ChaM-Medium beimpft.

Aspergillus niger und *Aspergillus terreus* wurden bei 36 °C und *Aspergillus versicolor*, *Chaetomium globosum*, *Hormoconis resinae*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium funiculosum*, *Penicillium pinophilum*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Trichoderma virens* und *Trichoderma viride* bei 24 °C für 14 Tage inkubiert.

4.3 Tyndallisieren der Erde

Es wurden 10 Liter handelsüblicher Floragard Kräuter- und Aussaaterde in einen Autoklaviersack gegeben. Danach wurde dieser bei 134 °C für 20 min autoklaviert. Nach einer Ruhephase von 24 h wurde dieser Vorgang an den zwei darauf folgenden Tagen wiederholt.

4.4 Aufbau der Tropical Chamber

Als Grundlage zum Aufbau der Tropical Chamber wurde die Norm D7584 – 10 „Standard Test Method for Evaluating the Resistance of the Surface of Wet Blue to the Growth of Fungi in an Environmental Chamber“ herangezogen. Zum Bau der Klimakammer, wurden die in Kapitel 3.5 aufgezählten Materialien verwendet. Folgende Veränderungen zur Norm D7584 – 10 wurden vorgenommen:

Bauartveränderungen

- Es wurde eine kleinere Box verwendet. Die gekaufte Box hat einen Volumeninhalt von ca. 55 % zur originalen Box, was dazu führte die anderen Bauteile an diesen Maßstab anzupassen.

- Des Weiteren wurden die Scharniere am Dach der Box weggelassen, da die geringere Größe ein problemloses Abheben des Daches möglich ist.
- Auf die Abdeckplatte der Erdschale wurde ebenfalls verzichtet, da ein Herausfallen der feuchten Erde ohne Bewegung der Box oder der Erdschale nicht möglich ist.
- Durch den Verzicht des Wasserablaufes wurde eine maximale Dichtigkeit der Box erzielt. Eine Zunahme des Wassergehaltes durch Einbringen feuchter Materialien ist nicht zu erwarten.
- Eine extern betriebene Schlauchheizung ersetzt den in der Norm verwendeten Erhitzer. Die Schlauchheizung gelangt über der Wasseroberfläche in die Box und erhält die Dichtigkeit. Ein weiterer Vorteil ist, dass der eingesetzte Umlaufkühler nicht mit dem kontaminierten Wasser, welches sich in der der Box befindet, in Berührung kommt.
- Auf eine Pumpe zur Wasserzirkulation oder einen Ventilator konnte aufgrund der geringen Kammergröße verzichtet werden.
- Es wurden im Gegensatz zur Norm Kunststoffwinkel aus PVC verwendet. Zur Befestigung der Winkel diente Klebstoff und somit wurden keine Löcher in die Box gebohrt oder eine Grundlage für Korrosion geschaffen.
- Eine Ummantelung mit Styropor minimiert den Wärmeverlust der Box.

Medienveränderungen

- Die Tyndallisierung einer handelsüblichen Floragard Kräuter- und Aussaaterde stellt einen Gegensatz zur verwendeten Norm dar.
- Es wurden keine unbekannten Schimmelpilze von einer Materialprobe kultiviert, wie in der Norm beschrieben und für den Test eingesetzt. Es kamen 11 verschiedene Schimmelpilzstämme, welche für einen Befall von Leder-Halbfabrikat und Leder bekannt sind, zum Einsatz.
- Zur Aufbringung der Pilze wurde das gelierte Anzuchtmedium mit den Pilzstämmen nicht zerkleinert, sondern von jedem Stamm eine Sporensuspension mit 10^6 Sporen/ ml hergestellt und auf die Erde gegeben. Diese Suspensionen wurden alle gemischt und mit Hilfe einer Pipette auf die Erde gebracht. Damit konnten definierte Bedingungen für alle Pilze erreicht werden.

Alle Maße in den Abbildungen der Tropical Chamber sind in mm angegeben. Die Abbildung 13 zeigt die technische Zeichnung der Seitenansicht der Tropical Chamber mit den neu festgelegten Abmaßen.

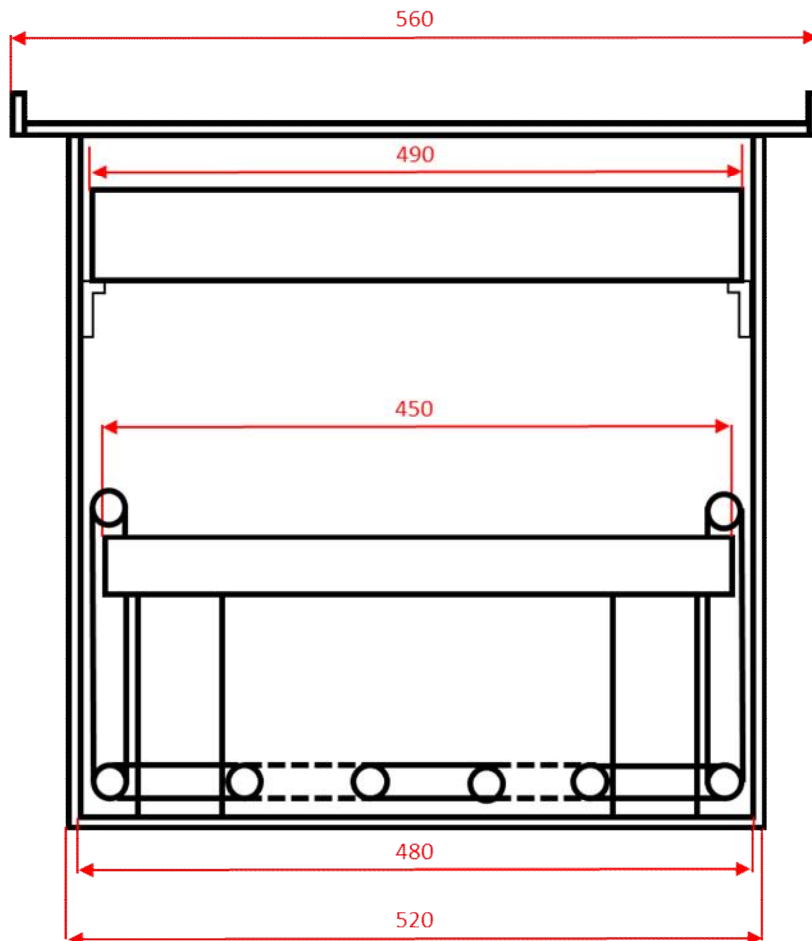


Abbildung 13: Technische Zeichnung Seitenansicht der Tropical Chamber [Maße in mm]

Die Abbildung 14 stellt die Seitenansicht der Tropical Chamber dar.



Abbildung 14: Seitenansicht der Tropical Chamber

Im folgenden Bild (Abb. 15) ist die technische Zeichnung der Frontansicht der Tropical Chamber mit den modifizierten Abmaßen dargestellt.

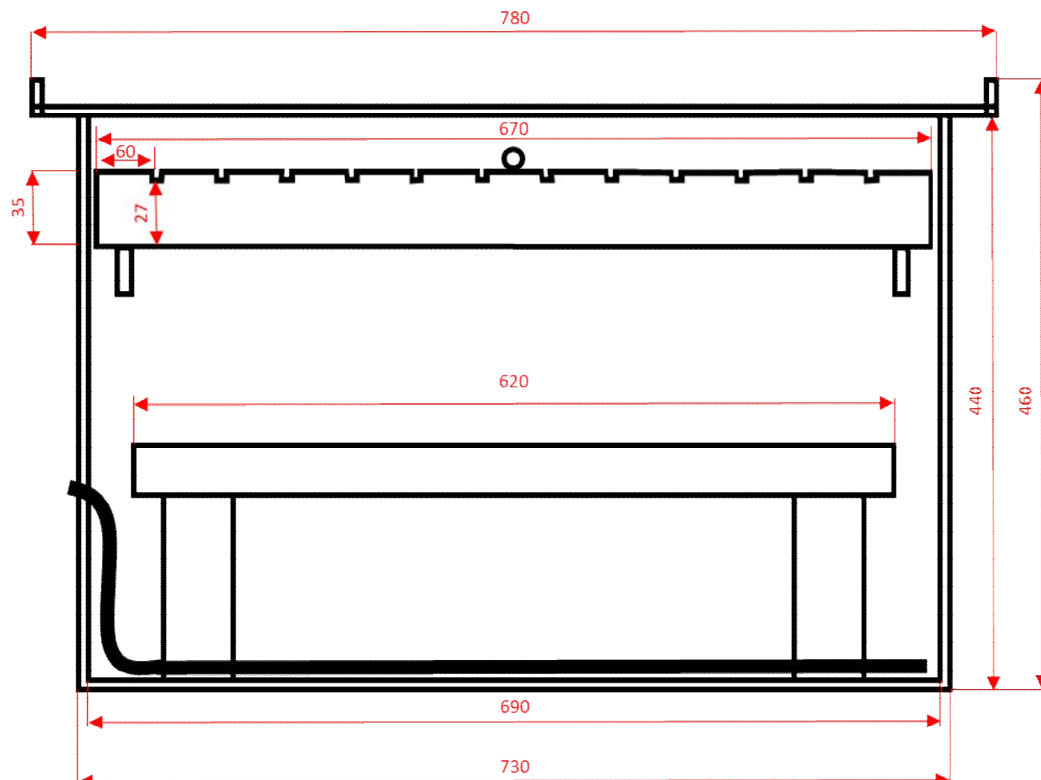


Abbildung 15: Technische Zeichnung Frontansicht Tropical Chamber [Maße in mm]

In der Abbildung 16 ist die Frontansicht der Tropical Chamber zu sehen.



Abbildung 16: Frontansicht Tropical Chamber

Die nachfolgende Abbildung zeigt die technische Zeichnung der Frontansicht des Tropical Chamber Daches mit den neuen Abmaßen.

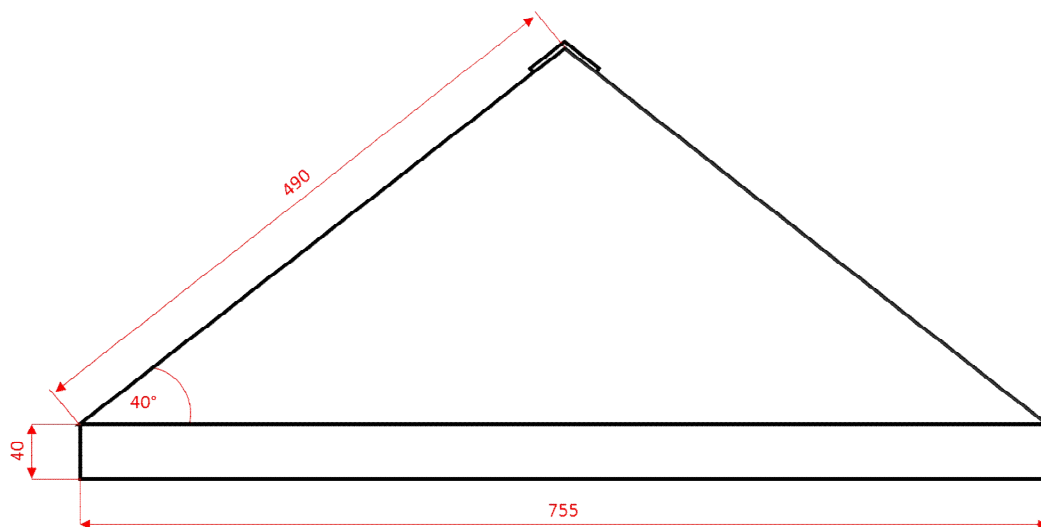


Abbildung 17: Technische Zeichnung der Frontansicht des Tropical Chamber-Dachs [Maße in mm]

Die Abbildung 18 stellt das Dach der Tropical Chamber dar.



Abbildung 18: Dach Tropical Chamber

Im Folgenden wird die technische Zeichnung der 3-D Ansicht (Abb. 19), die Draufsicht (Abb. 20), die Seitenansicht ohne Dach (Abb. 21) und die komplette Tropical Chamber (Abb. 22) dargestellt.

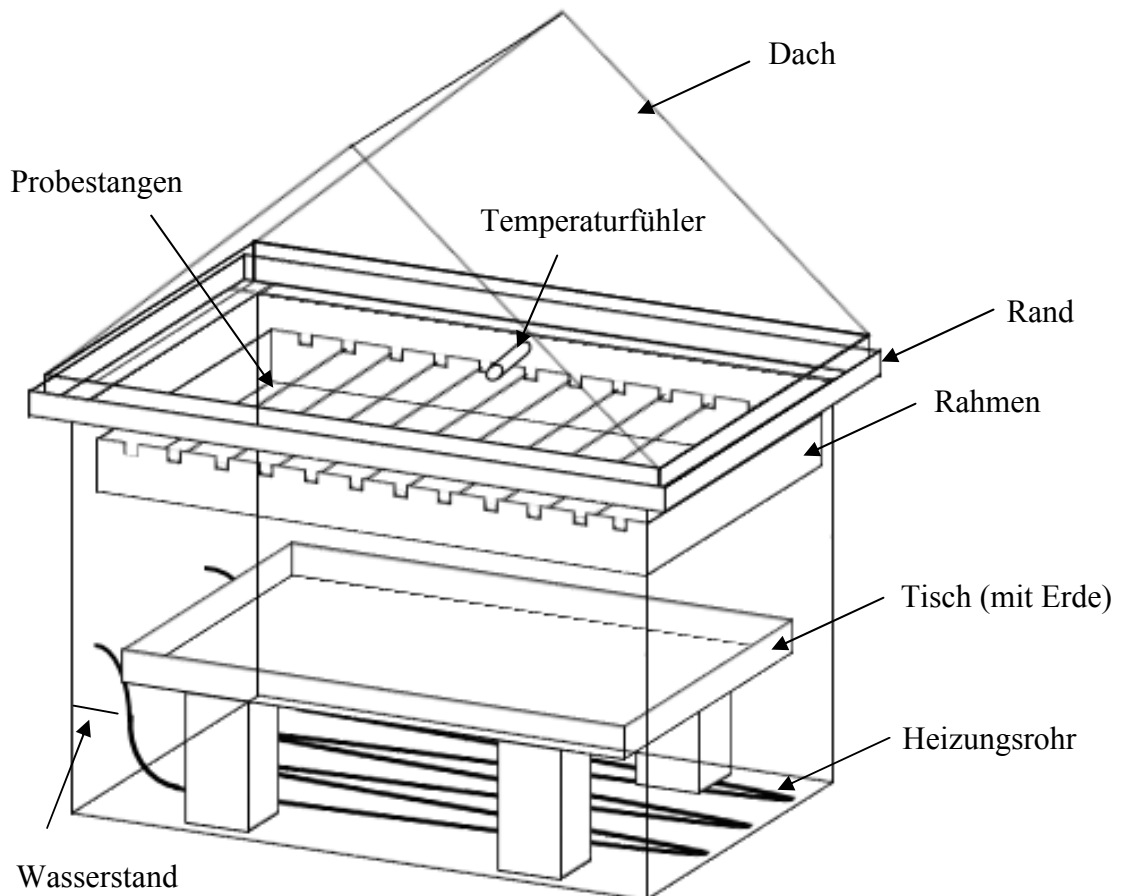


Abbildung 19: 3-D Ansicht der Tropical Chamber



Abbildung 20: Draufsicht Tropical Chamber



Abbildung 21: Tropical Chamber



Abbildung 22: Gesamte Tropical Chamber-Anlage

4.5 Herstellung der Sporensuspensionen für den Test

Zur Herstellung der Sporensuspension wurden jeweils 5 ml einer sterilen physiologischen Kochsalzlösung auf den in den Petrischalen herangewachsenen Schimmelpilzen gegeben. Mit Hilfe des Drigalskispatels wurden die Sporen von den Pilzen gelöst. In einem 50-ml-Falcon-Röhrchen wurde sterile Watte zur Filtration der Sporensuspension platziert. Die Pilzsporen durchdringen aufgrund ihrer geringen Größe den Filter (Permeat) und das Pilzmyzel bleibt als Retentat im Filter zurück. Auf diese Watte wurden 5 ml der Sporensuspension aus der Petrischale pipettiert und zum Nachspülen weitere 5 ml sterile physiologische Kochsalzlösung hinzugefügt. Anschließend wurde die Watte mit einer Pinzette ausgedrückt und verworfen. Von dieser Suspension wurden 10 µl auf die Neubauer Zählkammer aufgebracht und die Anzahl der Sporen ausgezählt. Durch Verdünnen der Sporensuspension mit physikalischer Kochsalzlösung wurde eine Sporenanzahl von 10^6 Sporen pro ml Kochsalzlösung eingestellt. Die Herstellung der Sporensuspension wurde für alle Pilzstämmen in gleicher Weise durchgeführt. Die eingestellten Konzentrationen der Suspensionen sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Konzentrationen der Sporensuspensionen

Sporensuspensionen		
Pilzstamm	Konzentration/ ml	Konzentration / 5 ml
<i>Aspergillus niger</i>	$1,76 * 10^6$	$8,81 * 10^6$
<i>Aspergillus terreus</i>	$1,31 * 10^6$	$6,59 * 10^6$
<i>Aspergillus versicolor</i>	$1,24 * 10^6$	$6,23 * 10^6$
<i>Chaetomium globosum</i>	$4,5 * 10^4$	$1,35 * 10^5$
<i>Hormoconis resinae</i>	$1,33 * 10^6$	$6,65 * 10^6$
<i>Paecilomyces variotii</i>	$1,14 * 10^6$	$5,73 * 10^6$
<i>Penicillium funiculosum</i>	$1,75 * 10^6$	$8,76 * 10^6$
<i>Penicillium pinophilum</i>	$1,02 * 10^6$	$5,1 * 10^6$
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	$1,55 * 10^6$	$7,75 * 10^6$
<i>Trichoderma virens</i>	$1,47 * 10^6$	$7,35 * 10^6$
<i>Trichoderma viride</i>	$0,95 * 10^6$	$4,75 * 10^6$

4.6 Vorbereitung der Kammer

Zur Vorbereitung der Kammer für den Test wurden 32 Liter Wasser in die Tropical Chamber gefüllt. 24 Stunden vor Beginn der Auffüllung mit der tyndallisierten (keimarmen) Erde und deren Beimpfung mit den Schimmelpilzsuspensionen, wurde die Tropical Chamber zum Akklimatisieren in Betrieb genommen. Die Starttemperatur betrug 32,7 °C. Anschließend wurde die Erde mit 20 g Kartoffel-Dextrose-Agar (Pulver) bestreut, die Sporensuspensionen aus *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus versicolor*, *Hormoconis resinae*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium funiculosum* und *Trichoderma viride* vereinigt und 35 ml Sporensuspension auf die Erde appliziert (siehe Abb. 23). Anschließend erfolgte ein Wachstum der Schimmelpilze für 14 Tage. Sieben Tage nach der ersten Beimpfung, wurden 18 ml einer weiteren Sporensuspension aus *Chaetomium globosum*, *Penicillium pinophilum*, *Scopulariopsis brevicaulis* und *Trichoderma virens* auf die Erde appliziert.



Abbildung 23: Tropical Chamber mit beimpfter Erde

4.7 Herstellung der Prüflinge (Materialproben)

Der erste Schritt zur Herstellung von Prüflingen ist das Ausstanzen aus dem Probenmaterial. Wie in Tabelle 3 und 4 zu erkennen, wurden aus jedem Probenmaterial zwei Prüflinge gestanzt. Die Prüflinge wurden mit einer Stanze und einem Stanzeisen auf eine Größe von 70 x 45 mm ausgestanzt. Danach wurden alle Prüflinge gelocht und an PS-Haken befestigt. Die Kennzeichnung der Halbfabrikats-Prüflinge wird durch arabische Zahlen von 1–18 dargestellt, siehe Tabelle 3. Die Kennzeichnung der Lederprüflinge wurde wie in Tabelle 4 ersichtlich mittels „V“ dargestellt. Das vorangestellte „V“ steht für Versuch.

Tabelle 3: Probenkennzeichnung der Halbfabrikate

Probenkennzeichnung der Halbfabrikate		
Nummer	mit Fungiziden behandelte Probe	Probenanzahl
1	637 FH 958 Acticide WB 4A	2
2	628 M 957 Acticide WB 4 A	2
3	637 F5 950 Acticide WB 920	2
4	628 Z5 947 Acticide WB 920	2

5	633 F7 951 Afrotin CRO	2
6	610 M7 949 Afrotin CRO	2
7	627 F9 953 Butrol 30 WB	2
8	628 Z9 952 Butrol 30 WB	2
9	637 F2 945 Mollescal FUN	2
10	604 P3 946 Mollescal FUN	2
11	637 F1 945 Preventol TP LXS30050	2
12	604 P4 946 Preventol TP LXS30050	2
13	633 F6 952 Preventol CR plus L-N	2
14	628 Z6 948 Preventol CR plus L-N	2
15	637 F8 950 Truposept FC	2
16	636 P6 955 Truposept FC	2
17	613 F3 954 Zenith 399	2
18	636 P5 955 Zenith 399	2

Die Proben in der Tabelle 3 unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Gerbart: Chromgerbung oder Glutaraldehydgerbung. Die Proben 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 und 17 sind glutaraldehydgerbt und haben eine helle Färbung, siehe Abbildung 24. Die Proben 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 und 18 sind chromgefärbt und besitzen eine blaue Färbung, siehe Abbildung 25. Die verwendeten Proben wurden aus Rinderhaut gefertigt. Eine detaillierte Beschreibung der Proben und der eingesetzten Chemikalien ist aufgrund einer Geheimhaltungsvereinbarung zwischen der liefernden Firma und dem Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen nicht möglich. Aus diesem Grund werden im weiteren Verlauf der Arbeit die Proben wie in Tabelle 3 aufgeführt bezeichnet und verwendet. Für jede Probe wurde eine Doppelbestimmung



Abbildung 24: Glutaraldehydgerbung



Abbildung 25: Chromgerbung

durchgeführt, d.h. zwei Prüflinge pro Probenmaterial. In den Ergebnistabellen werden die Proben wie folgt dargestellt: der erste Prüfling der Probe wird als Nummer 1 und der zweite Prüfling als 1-2 bezeichnet. Zudem werden pro Prüfling die Narben- und Fleischseiten auf Schimmelpilzwachstum bewertet.

Tabelle 4: Probenkennzeichnung der Lederfabrikate

Probenkennzeichnung der Lederfabrikate			
Probe	mit Mortanol30 behandelte Proben (Konzentration in %)		Anzahl
	gegeben	gemessen	
V1-1	0	0	2
V1-2	0,02	0,015	2
V1-3	0,05	0,03	2
V1-4	0,25	0,35	2
V2-1	0	0	2
V2-2	0,1	0,014	2
V2-3	0,2	0,023	2
V2-4	0,25	0,58	2

V...Versuch

Aus der Tabelle 4 können die unterschiedlichen Probenbezeichnungen mit den Konzentrationen an Mortanol30 (30% 2-(Thiocyano-Methylthio) Benzothiazol in organischer Lösung) entnommen werden [ZSCHIMMER & SCHWARZ]. Analog der Nummerierung aus Tabelle 3 erfolgt die Probenkennzeichnung der Lederfabrikate über die Doppelbestimmung, z. B. V1-1 als ersten Prüfling und V1-1-2 als zweiten Prüfling. V1-1 und V2-1 werden dabei als Kontrollproben eingesetzt. Mortanol30 ist ein Fungizid und Bakterizid, welches als Konservierungsmittel für Leder eingesetzt wird.

Die Proben wurden nach folgendem Schema (Abb. 26) in der Tropical Chamber angeordnet. Diese Anordnung dient dazu, ein Vertauschen der Proben zu vermeiden.

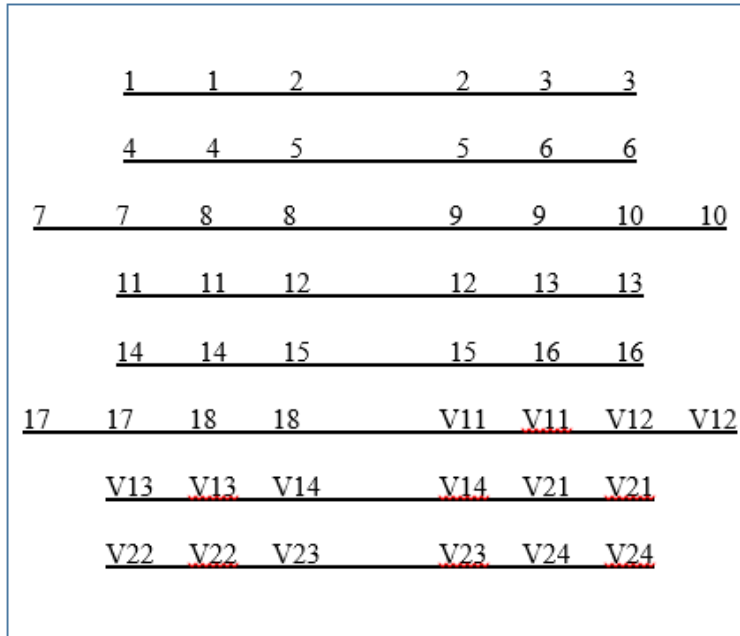


Abbildung 26: Probenanordnung in der Tropical Chamber

4.8 Untersuchung der Prüflinge (Materialproben)

Zur visuellen Auswertung der inkubierten Prüflinge wurde die Tropical Chamber geöffnet und die jeweilige Probenstange entnommen und auf eine Haltevorrichtung (Abb. 27) gelegt. Danach wurde von jedem Prüfling ein Foto der Narben- und der Fleischseite gemacht. Daraufhin wurden die Proben zurück in die Tropical Chamber gehangen. Dieser Vorgang wurde für alle Proben analog durchgeführt.



Abbildung 27: Probenstation

Auf der Grundlage der Probenbilder wurde die Bewertung des Schimmelpilzbefalls der einzelnen Proben vorgenommen. Nach Beendigung der Testphase wurden die Proben aus der Klimakammer entnommen, autoklaviert und der Entsorgung zugeführt.

4.9 TEGEWA-Methode

Es wurde ein vollständiges Nährmedium aus Malzextrakt-Agar hergestellt und für 20 min bei 121 °C autoklaviert. Daraufhin wurden in 221 Petrischalen jeweils 20 ml Malzextrakt-Agar gegossen und bei Raumtemperatur abgekühlt, so dass sie erstarrten. Danach wurden von 18 Proben jeweils 12 Prüflinge (Ø 3 cm) ausgestanzt. Zur Herstellung der einzelnen Sporensuspensionen aus *Aspergillus niger*, *Aspergillus repens*, *Penicillium funiculosum*, *Trichoderma viride* und *Hormoconis resinae* wurden 5 ml steriler physiologischer Kochsalzlösung mit 0,1% Tween 80 auf den in den Petrischalen herangewachsenen Schimmelpilzen gegeben. Mit Hilfe des Drigalskispatels wurden die Sporen von den Pilzen gelöst. In einem 50-ml-Falcon-Röhrchen wurde sterile Watte gegeben. Die Watte dient zur Filtration der Sporensuspension. Die Pilzsporen durchdringen aufgrund ihrer geringen Größe den Filter (Permeat) und das Pilzmyzel bleibt als Retentat im Filter zurück. Auf diese Watte wurden 5 ml der Sporensuspension aus der Petrischale pipettiert und zum Nachspülen weitere 5 ml sterile physiologische Kochsalzlösung hinzugefügt. Anschließend wurde die Watte mit einer Pinzette ausgedrückt und verworfen. Von dieser Suspension wurden 10 µl auf die Neubauer Zählkammer aufgebracht und die Anzahl der Sporen ausgezählt.

Durch Verdünnen der Sporensuspension mit physikalischer Kochsalzlösung wurde eine Sporenanzahl von 10^6 Sporen pro ml Kochsalzlösung eingestellt. Die Herstellung der Sporensuspension wurde für alle Pilzstämme analog durchgeführt. Danach wurden pro Schimmelpilzsuspension auf 37 Petrischalen 100 µl Sporensuspension pipettiert. 36 Petrischalen erhielten keine Sporensuspension (Bioburden). Anschließend wurden pro Probe und Schimmelpilz zwei Prüflinge, mit der Fleischseite nach unten, auf das beimpfte Nährmedium gelegt. Die anderen 36 Proben wurden mit der Fleischseite nach unten auf das nicht beimpfte Nährmedium gelegt. Pro Schimmelpilz verblieb eine Petrischale ohne Prüfling, welche als Kontrollprobe gilt. Die Inkubation der Petrischalen mit *Aspergillus niger*, *Penicillium funiculosum* und Bioburden wurde für 28 Tage bei 29 °C durchgeführt. Die Inkubation der Petrischalen mit *Trichoderma viride*, *Hormoconis resinae* und *Aspergillus repens* wurde für 28 Tage bei 24 °C durchgeführt.

5 Ergebnisse

Nachfolgend werden die Ergebnisse des Schimmelpilzwachstums auf den Proben über die Dauer von 28 Tagen, welche durch die Methoden Tropical Chamber und TEGEWA ermittelt wurden, dargestellt. Die Bewertung bzw. Dokumentation des Schimmelpilzwachstums erfolgte alle 7 Tage. Die tabellarische und fotografische Auswertung des Tropical Chamber-Test ist im Anhang I-III einzusehen. Bei einem Schimmelpilzwachstum von größer 5% Flächenbewuchs, gilt die Probe als nicht bestanden [modifiziert nach Christner 1996 und Leppchen-Fröhlich 2012]. Die bestanden Proben (Bewuchs $\leq 5\%$) wurden in den im Anhang I einzusehenden Tabellen grün und die nicht bestanden Proben rot dargestellt. Ebenso sind die alle 7 Tage aufgenommen Proben-Fotografien im Anhang II und III abgebildet. Die Auswertung der TEGEWA-Methode im Anhang IV bis VI wurde durch die Mitarbeiter des Forschungsinstituts für Leder- und Kunststoffbahnen bereitgestellt. Zur Auswertung der Leder-Halbfabrikate und der Lederprüflinge, wurden die im Anhang IV-VI dargestellten Tabellen genutzt. Die Tabellen der Leder-Halbfabrikate unterscheiden sich in den eingesetzten Fungizide. Die Tabellen der Leder unterscheiden sich anhand der eingesetzten Mortanol30 Konzentrationen und durch die Versuche 1 und 2, nachfolgend als V1 und V2 benannt. Pro Probenmaterial wurde eine Doppelbestimmung vorgenommen. Ausgehend von den Testauswertungen im Anhang ergeben sich die nachfolgenden grafischen Darstellungen über den prozentualen Schimmelpilzbewuchs der Prüflinge.

5.1 Auswertung nach einer Inkubationszeit von 7 Tagen

5.1.1 Tropical Chamber-Test

➤ Leder-Halbfabrikat

Nach Auswertung der Daten der Leder-Proben in der Abbildung im Anhang II und III ist zu erkennen, dass sich bei keinem Prüfling der Halbfabrikate innerhalb der ersten 7 Tage ein Schimmelpilzwachstum zeigt. Zusätzlich sind in Tabelle 11 im Anhang I die Rohdaten aufgeführt.

➤ Leder

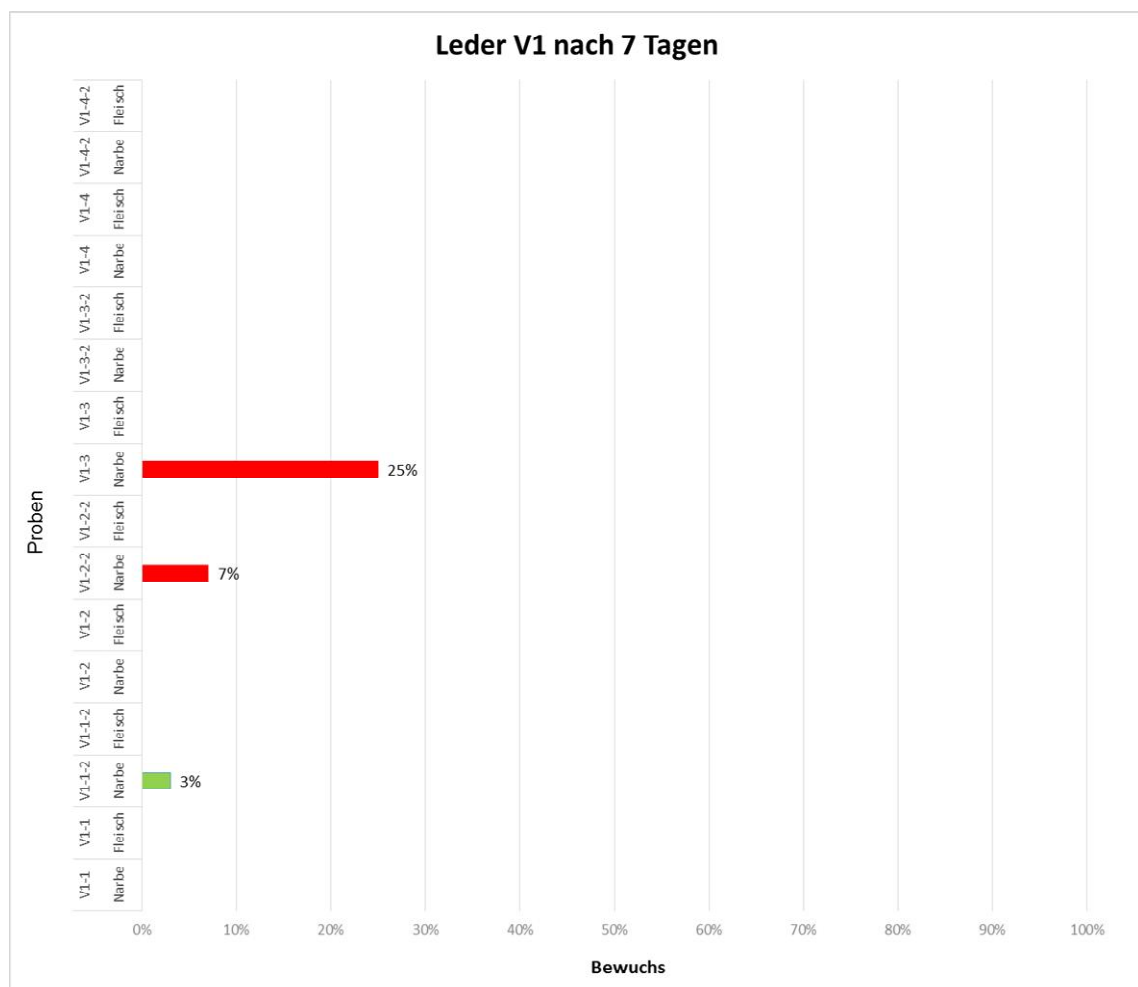


Abbildung 28: Bewuchs des Leders V1 nach 7 Tagen

Die Grafik der Lederfabrikate V1 nach 7 Tagen (Abb.28) zeigt, dass die Proben V1-1-2, V1-2-2 und V1-3 auf der Narbenseite Schimmelpilzwachstum aufzeigen. Die Proben V1-2-2 und V1-3 erzielten ein negatives Testergebnis und werden als „nicht bestanden“ eingestuft. Ein positives Testergebnis und somit als „bestanden“ lässt sich trotz Bewuchs die Probe V1-1-2 bewerten.

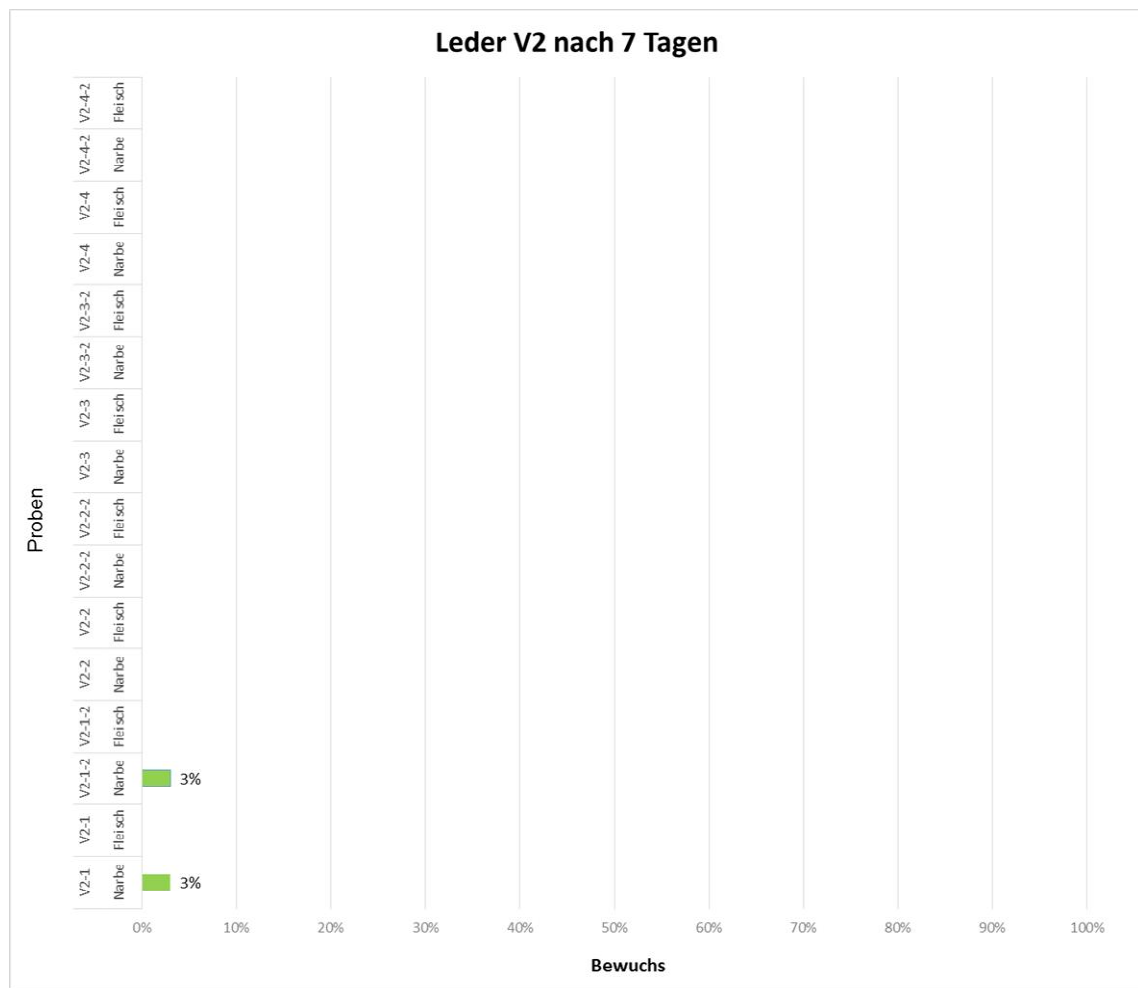


Abbildung 29: Bewuchs des Leders V2 nach 7 Tagen

In der Abbildung 29 ist zu erkennen, dass die Proben V2-1 und V2-1-2 einen Schimmelpilzbefall von 3% aufweisen, der unterhalb der Grenze von 5% Flächenbewuchs liegt. Diese Leder-Proben werden somit als „bestanden“ bewertet. Alle anderen Leder-Proben aus V2 zeigten kein Schimmelpilzwachstum und erzielten nach 7 Tagen ein positives Testergebnis.

5.1.2 TEGEWA-Methode

➤ Leder-Halbfabrikat

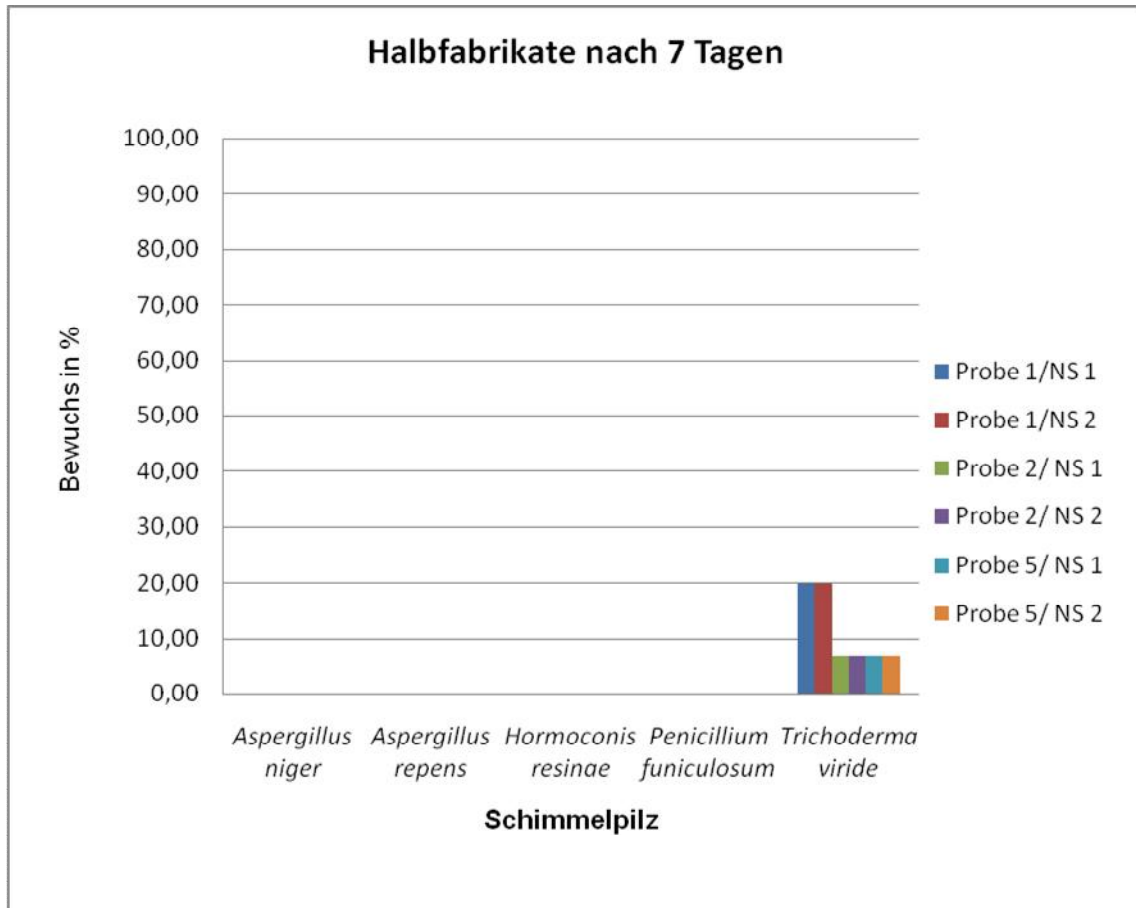


Abbildung 30: Bewuchs der Halbfabrikate nach 7 Tagen

Die Abbildung 30 zeigt, dass die Proben 1, 2 und 5 einen Schimmelpilzbefall aufweisen. Die Probe 2 und 5 besitzen einen Flächenbewuchs von $> 6\%$ und Probe 1 einen Flächenbewuchs von $> 19\%$. Die anderen Proben weisen keinen Schimmelpilzbewuchs auf und erzielen ein positives Testergebnis.

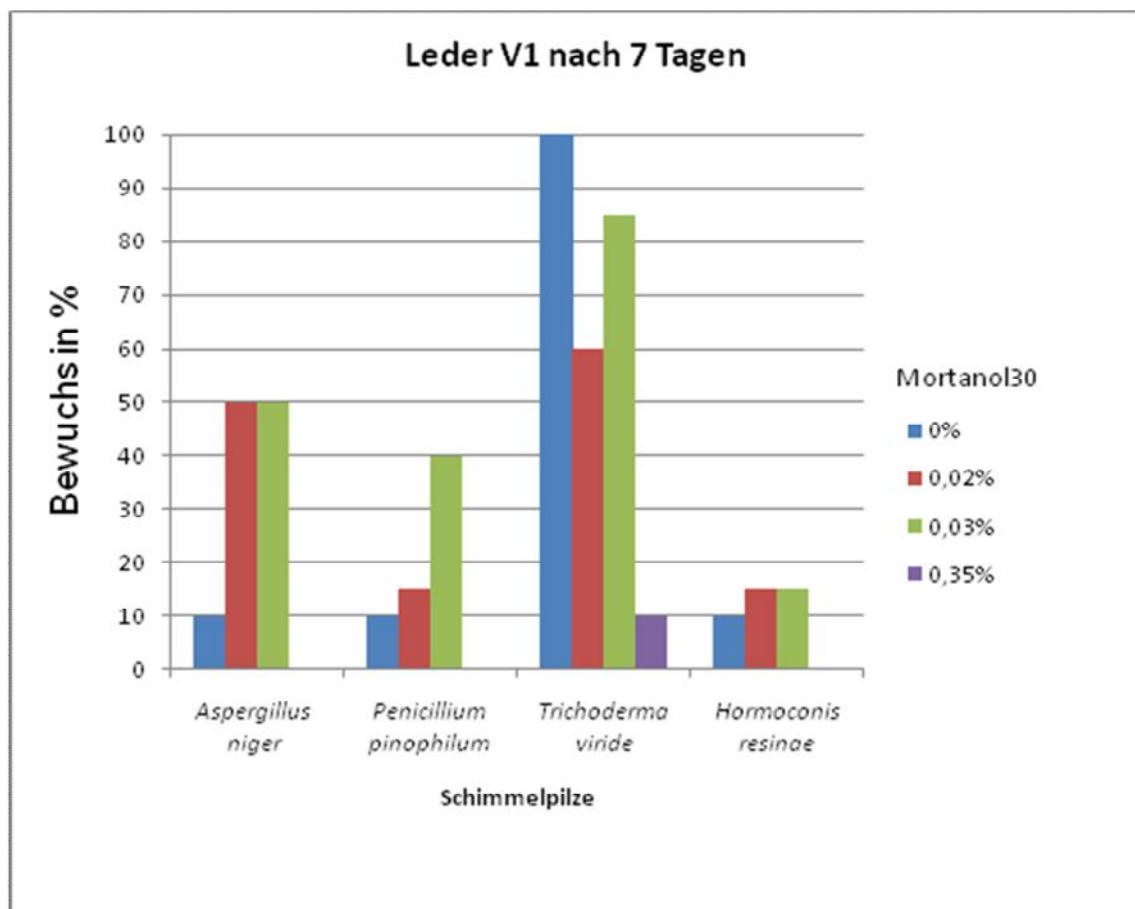
➤ Leder

Abbildung 31: Bewuchs der Leder V1 nach 7 Tagen

In der Grafik ist zu erkennen, dass die Lederproben des 1. Versuchs (V1) ohne Mortanol30 Konzentration und bis zu einer Konzentration von 0,03 % erstmalig Schimmelpilzwachstum aufzeigen. Der Prüfling des Schimmelpilzes *Trichoderma viride* weist bei einer Konzentration von 0,35 % erstmalig Schimmelpilzwachstum auf.

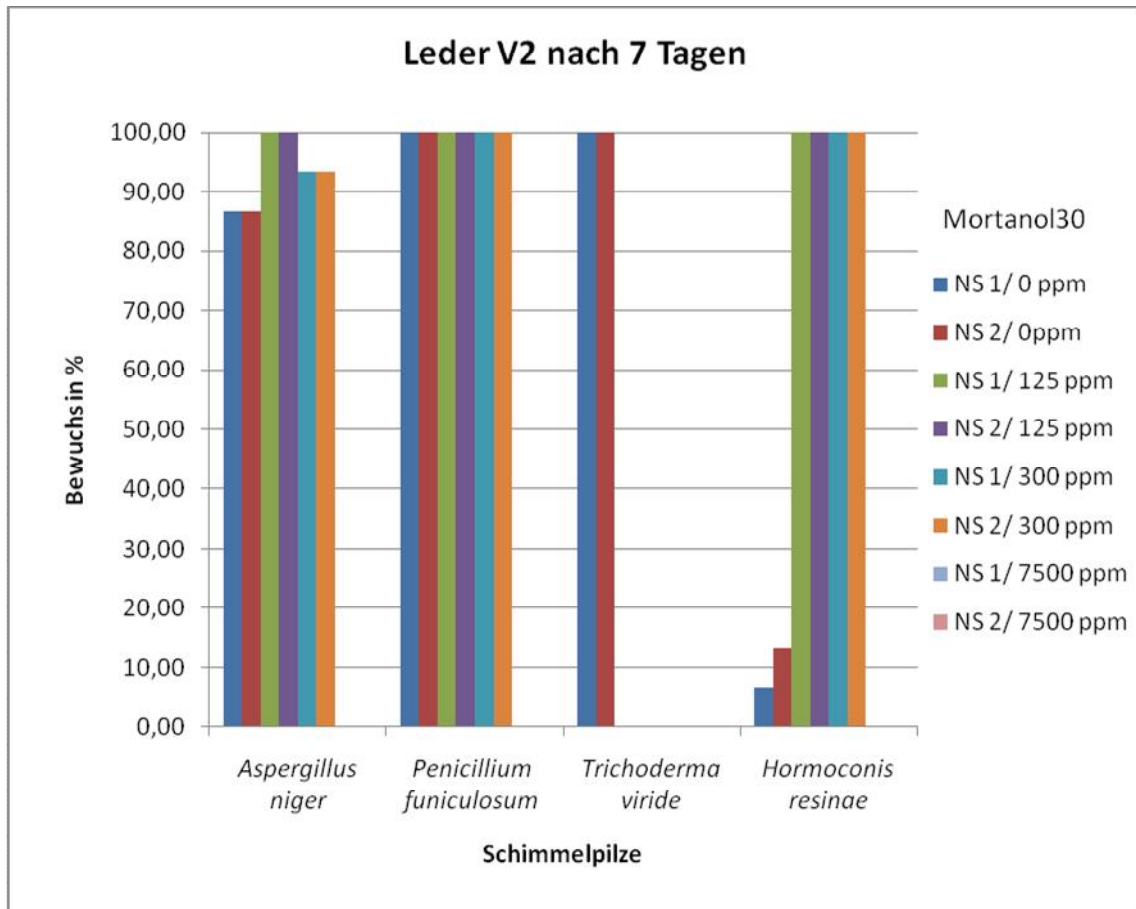


Abbildung 32: Bewuchs der Leder V2 nach 7 Tagen

In der Abbildung 32 zeigen die Proben NS (Narbenseite) 1 und 2, V2, ohne Mortanol30 Konzentration bei allen Schimmelpilzen einen Bewuchs. Die Proben NS 1 und 2 mit einer Mortanol30 Konzentration von 0,0125%, mit Ausnahme von NS 2 in Verbindung mit *Trichoderma viride*, wiesen Schimmelpilzwachstum auf und erzielten nach 7 Tagen negative Testergebnisse. Bei einer Mortanol30 Konzentration von 0,03% erzielte ausschließlich die Probe NS 1 und 2 bei *Trichoderma viride* ein positives Testergebnis. Die Probe mit der höchsten Mortanol30 Konzentration (0,75%) wiesen bei keinem Schimmelpilz Bewuchs auf.

5.2 Auswertung nach einer Inkubationszeit von 14 Tagen

5.2.1 Tropical Chamber-Test

➤ Leder-Halbfabrikat

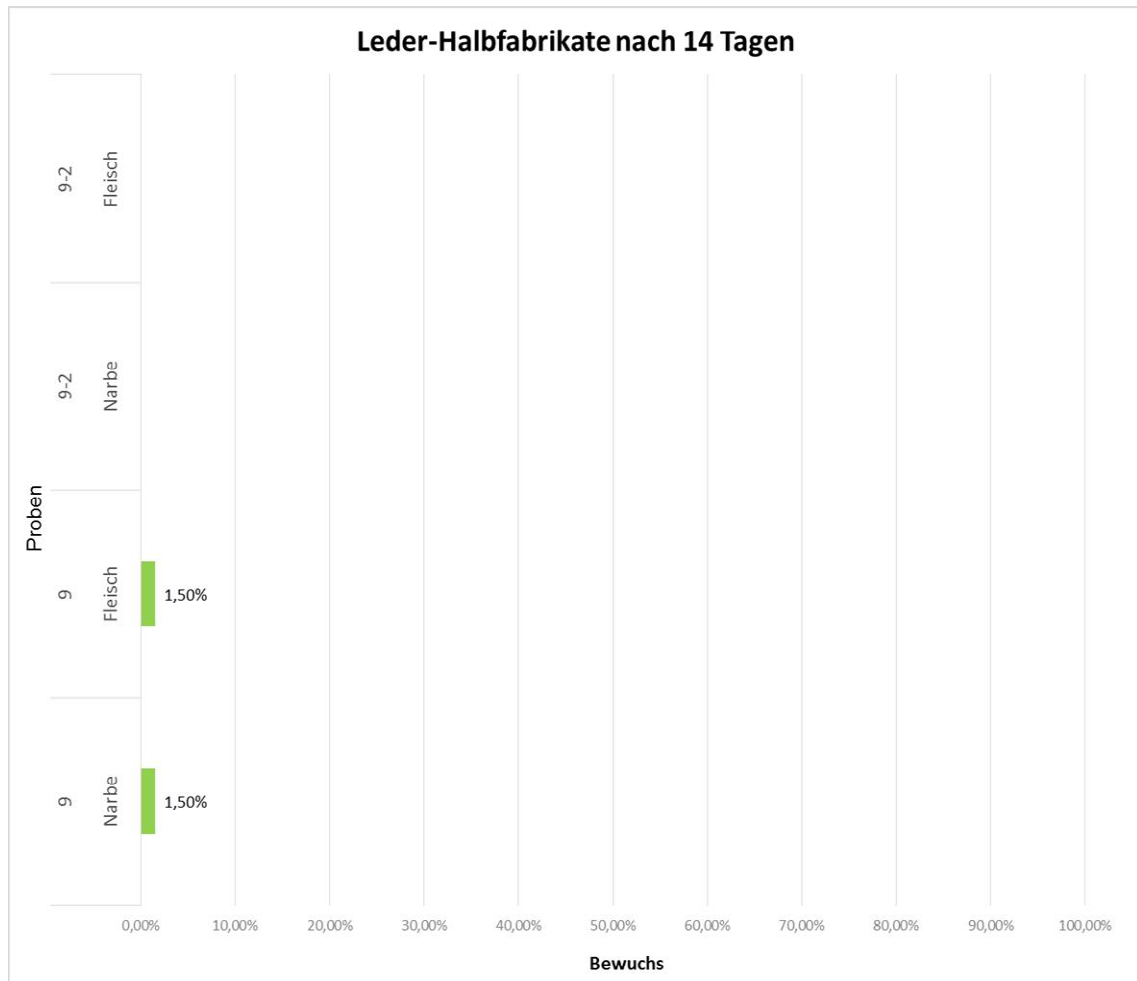


Abbildung 33: Bewuchs der Leder-Halbfabrikate nach 14 Tagen

In Abbildung 33 ist zu erkennen, dass die Probe 9 Schimmelpilzwachstum auf der Narben- und Fleischseite aufzeigt. Da der Schimmelpilzbewuchs $\leq 5\%$ ist, haben die Proben die Testdauer von 14 Tagen bestanden. Die anderen Proben weisen keinen Schimmelpilzbefall auf und bestehen den Test nach 14 Tagen Inkubationszeit ebenfalls.

➤ Leder

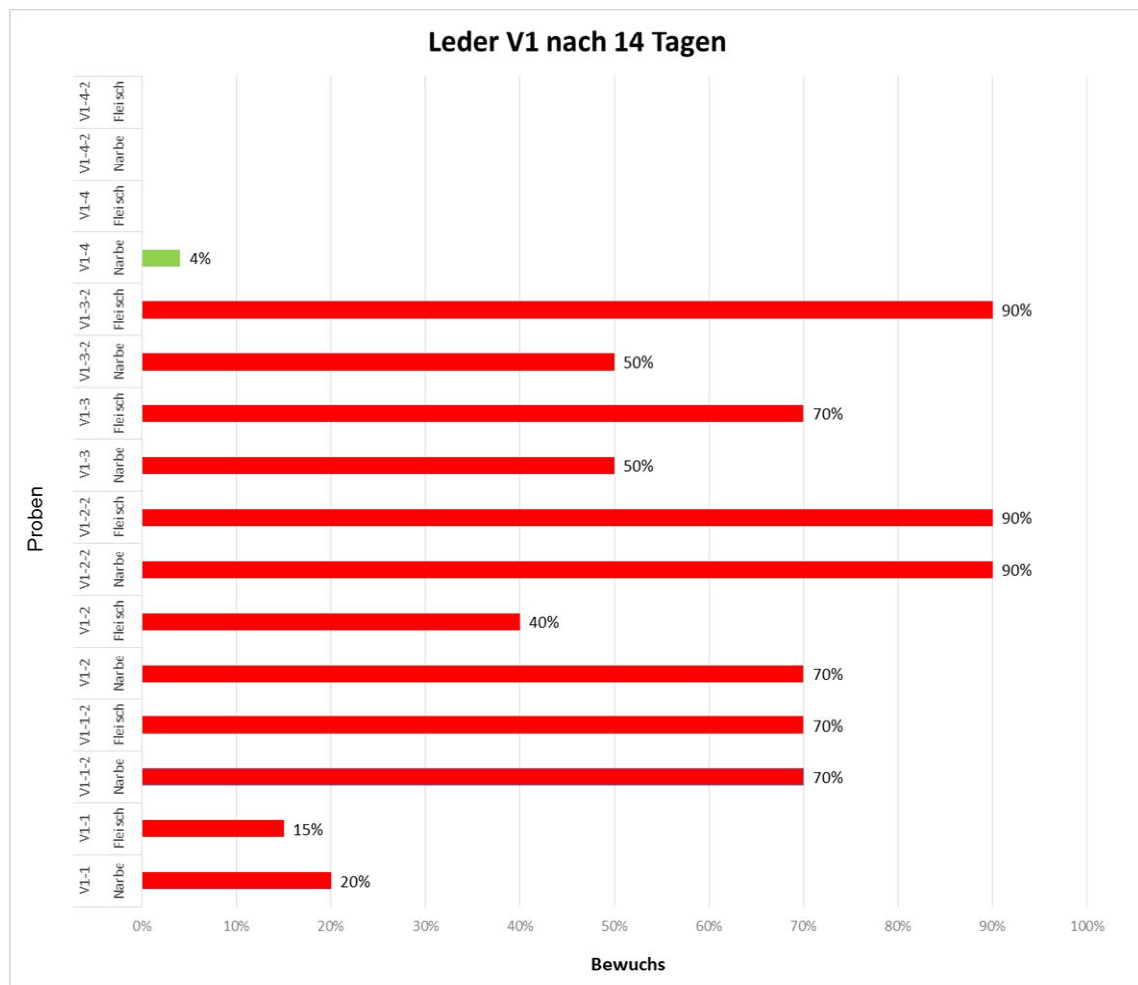


Abbildung 34: Bewuchs des Leders V1 nach 14 Tagen

Die Leder-Proben V1-4 und V1-4-2 erzielen nach 14 Tagen Inkubationszeit ein positives Testergebnis und wurden nicht oder nicht >5% durch Schimmelpilze bewachsen (siehe Abbildung 34). Alle weiteren Leder-Proben zeigen im Vergleich zum 7. Tag einen erstmaligen oder größeren Schimmelpilzbewuchs zwischen 15 % (V1-1) und 90 % (V1-2-2 und V1-3-2) auf und erzielen ein negatives Ergebnis.

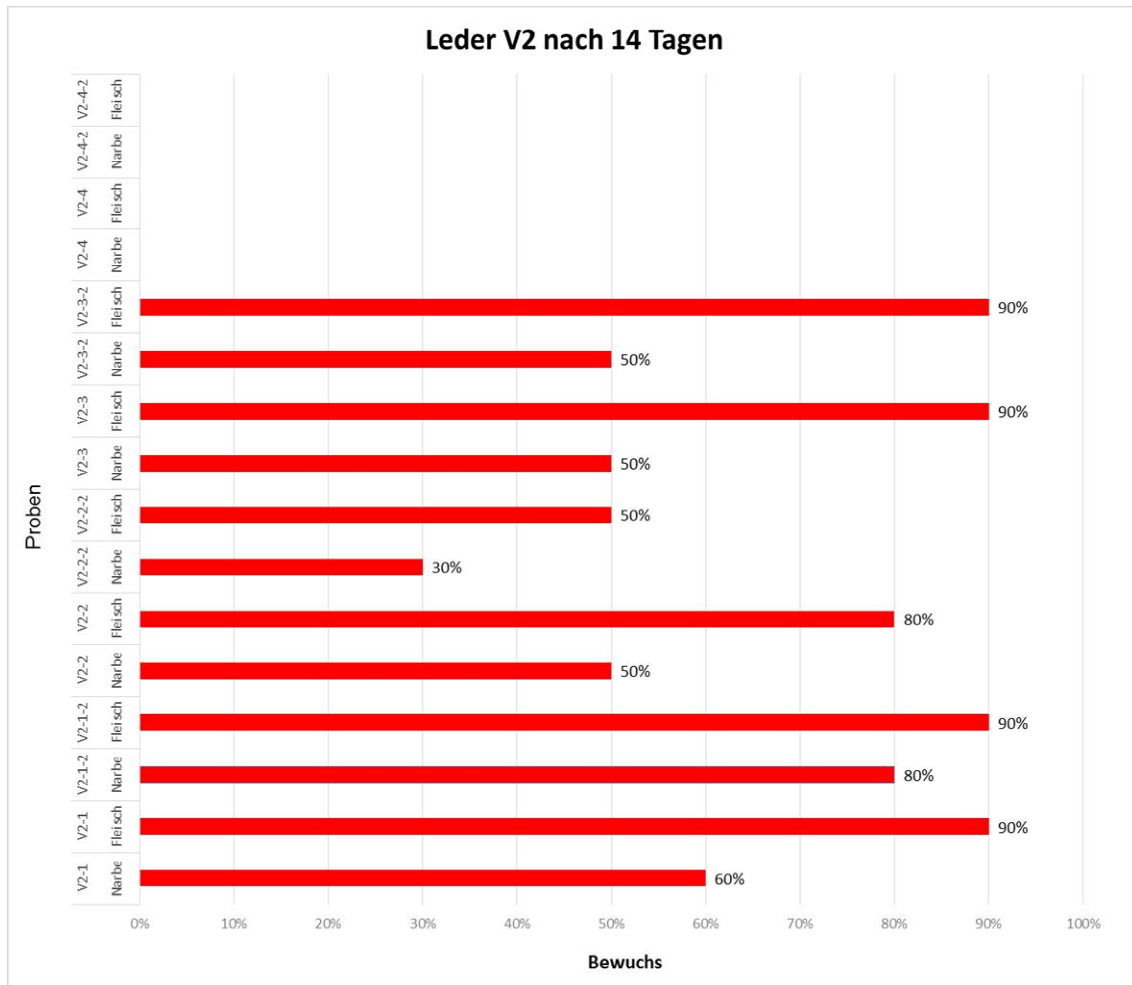


Abbildung 35: Bewuchs des Leders V2 nach 14 Tagen

Die Ergebnisse des Versuchs V2 über den Bewuchses der Leder-Proben nach 14 Tagen Inkubationszeit, die in Abbildung 35 dargestellt sind, zeigen ähnliche Testergebnisse, wie in Versuchsreihe V1 (siehe Abbildung 34). Die Proben V2-4 und V2-4-2 weisen kein visuelles Schimmelpilzwachstum auf und bestehen den Test. Alle weiteren Leder-Proben des Versuchs V2 weisen nach 14 Tagen einen Bewuchs zwischen 30 % und 90 % auf der Lederoberfläche auf und resultieren in einem negativen Testergebnis.

5.2.2 TEGEWA-Methode

➤ Leder-Halbfabrikat

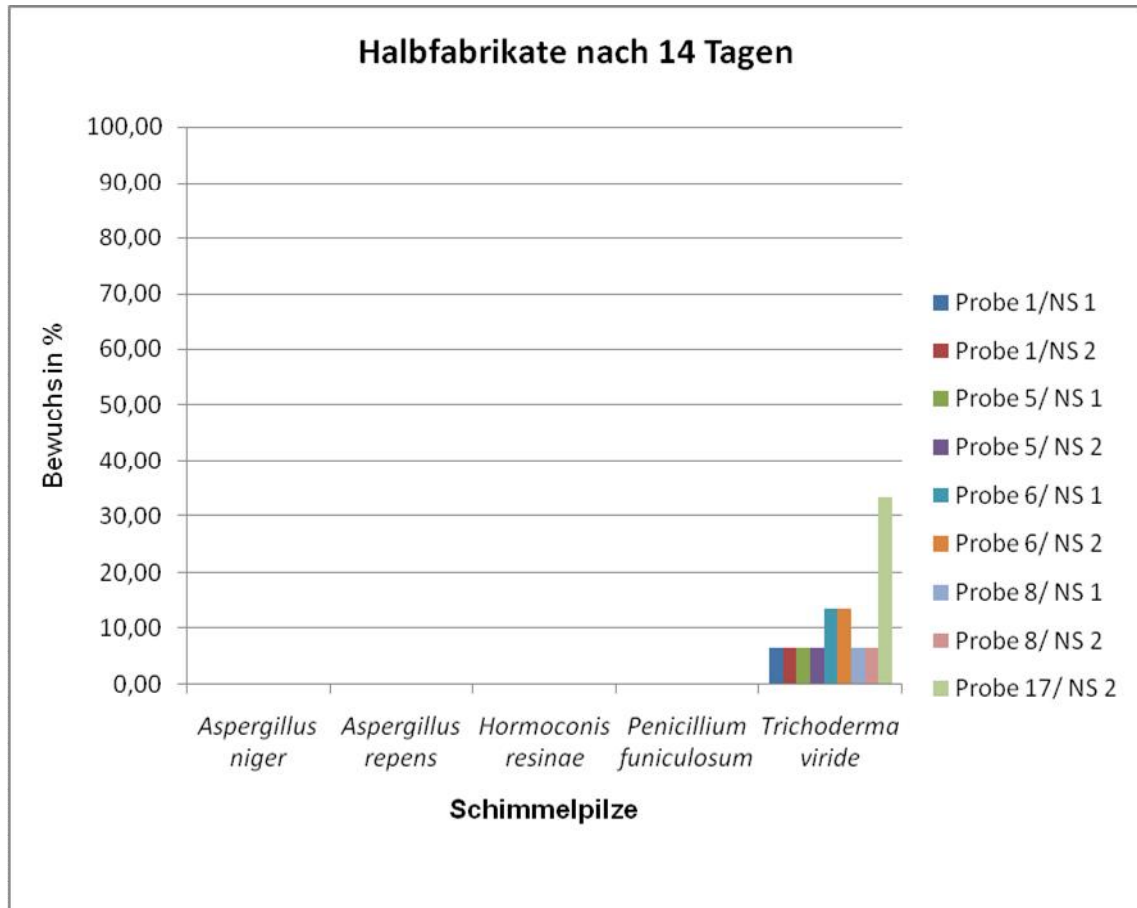


Abbildung 36: Bewuchs der Leder-Halbfabrikate nach 14 Tagen

Die Abbildung 36 zeigt, dass die Proben 6, 8, und 17 der Leder-Halbfabrikate erstmals Schimmelpilzwachstum besitzen. Es konnte ein Bewuchs zwischen 1 mm (> 6%) bei Probe 1 und 5 mm (> 33%) bei Probe 17 festgestellt werden. Dagegen konnten die Proben 3, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 und 18 ohne Bewuchs mit positivem Testergebnis beurteilt werden. Die Probe 2 verzeichnete einen kompletten Rückgang des Schimmelpilzwachstums.

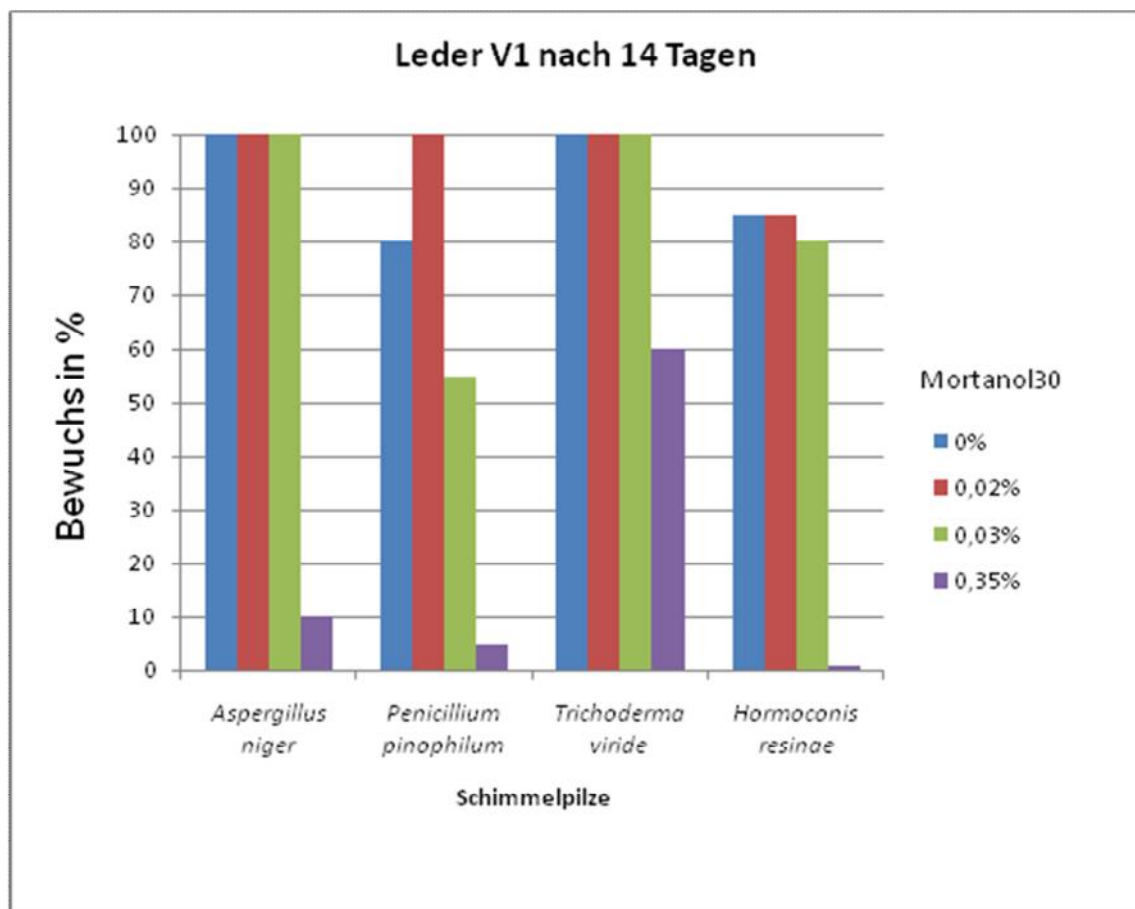
➤ Leder

Abbildung 37: Bewuchs der Leder V1 nach 14 Tagen

In der Abbildung 37 ist zu erkennen, dass die Lederproben V1 bei den Schimmelpilzen *Aspergillus niger*, *Penicillium pinophilum* und *Hormoconis resinae* mit einer Mortanol30 Konzentration von 0,35 % erstmalig von Schimmelpilzen befallen sind.

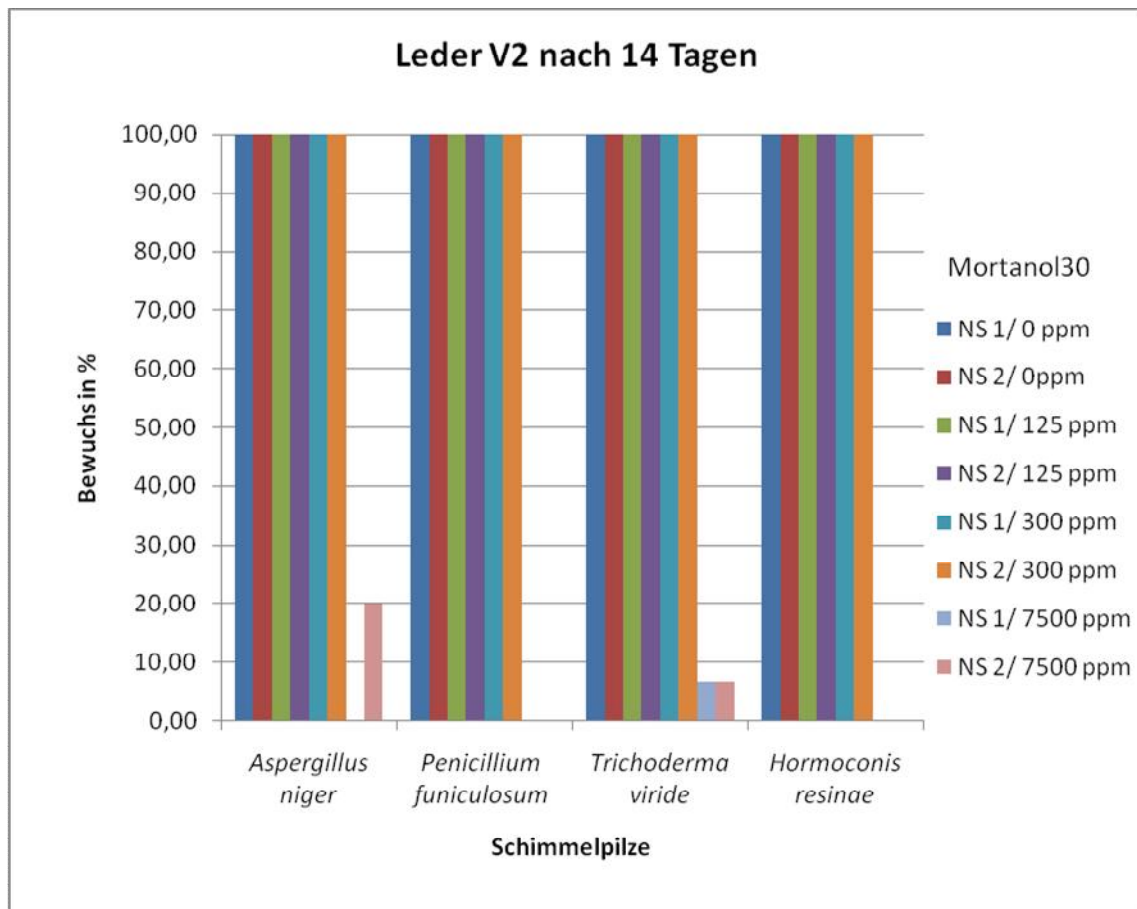


Abbildung 38: Bewuchs der Leder V2 nach 14 Tagen

Gegenüber dem 7. Tag weisen die Proben im 2. Versuch bei einer Mortanol30 Konzentration von 0,0125% und 0,03% bei *Trichoderma viride* und die Probe mit der höchsten Konzentration an Mortanol30 bei *Trichoderma viride* erstmalig Schimmelpilzbefall auf. Ebenfalls ist die Probe NS2 mit der höchsten Mortanol30 Konzentration bei dem Schimmelpilz *Aspergillus niger* erstmalig befallen.

5.3 Auswertung nach einer Inkubationszeit von 21 Tagen

5.3.1 Tropical Chamber-Test

➤ Leder-Halbfabrikat

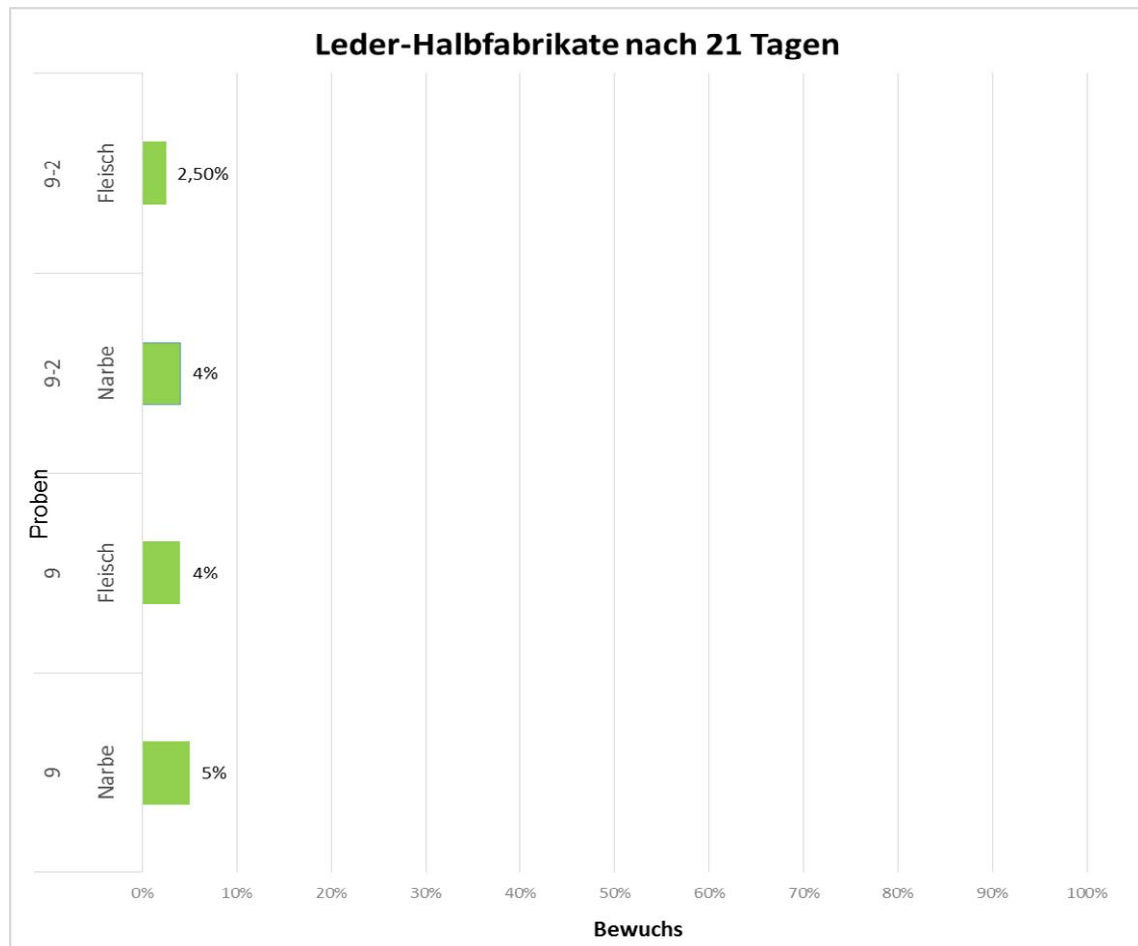


Abbildung 39: Bewuchs der Leder-Halbfabrikate nach 21 Tagen

Beim Vergleich des Bewuchses von Narben- und Fleischseite der Leder-Halbfabrikate zeigt die Probe 9 eine Erhöhung des Schimmelpilzwachstums (im Vergleich mit dem Bewuchs nach 14 Tagen) auf der Narbenseite um 3,5 % und auf der Fleischseite um 2,5 %. Die Probe 9-2 weist eine Erhöhung auf der Narbenseite um 4 % und auf der Fleischseite um 2,5 %, im Vergleich zum Bewuchs nach 14 Tagen, auf

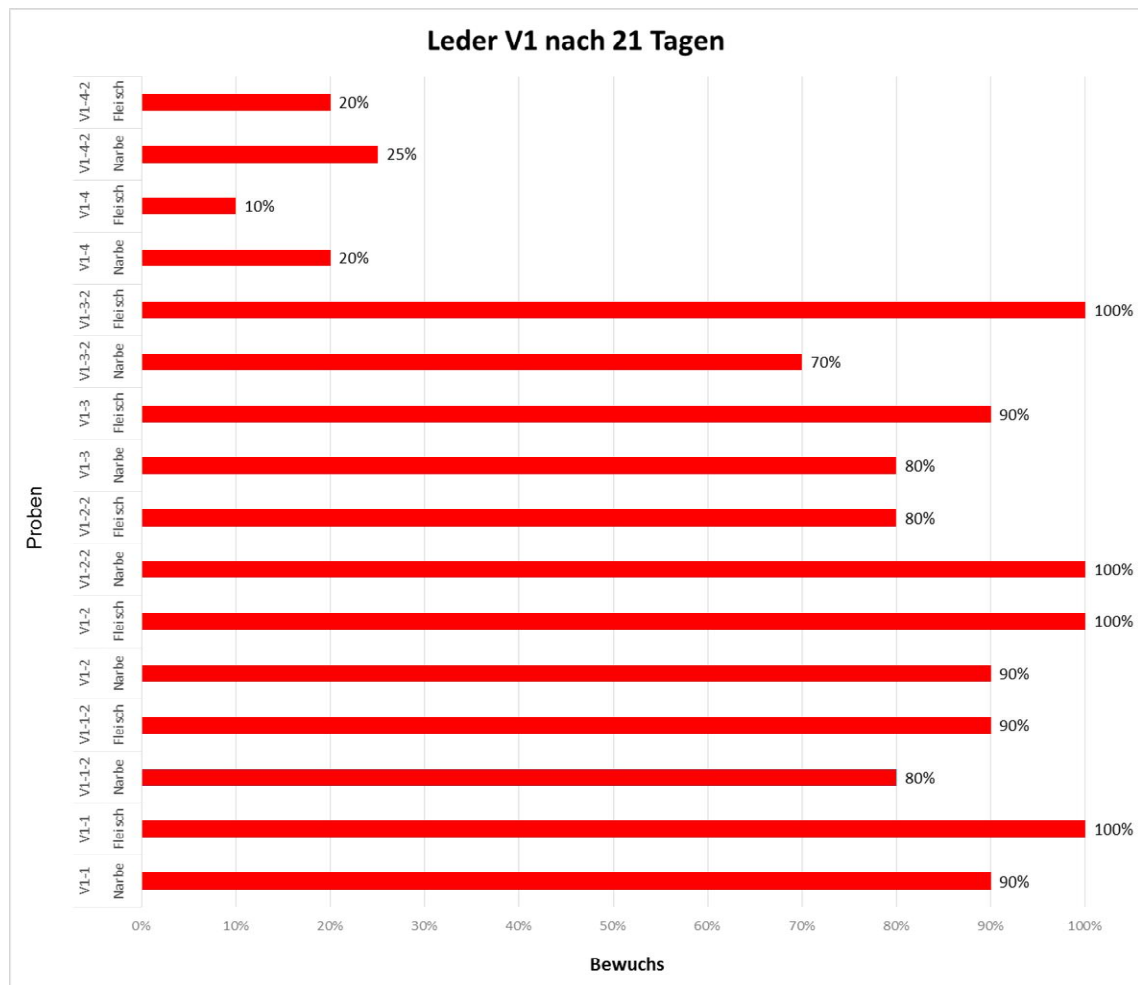
➤ Leder

Abbildung 40: Bewuchs des Leders V1 nach 21 Tagen

Anhand des Bewuchses der Leder-Proben V1 nach 21 Tagen in der Abbildung 40 ist das Schimmelpilzwachstum im Vergleich zum 14. Tag deutlich zu erkennen. Die Proben V1-4 und V1-4-2, die nach 14 Tagen, den Test bestanden, sind aufgrund ihres Schimmelpilzbefalls über 5 % Flächenbewuchs nach 21 Tagen im Tropical Chamber-Test durchgefallen.

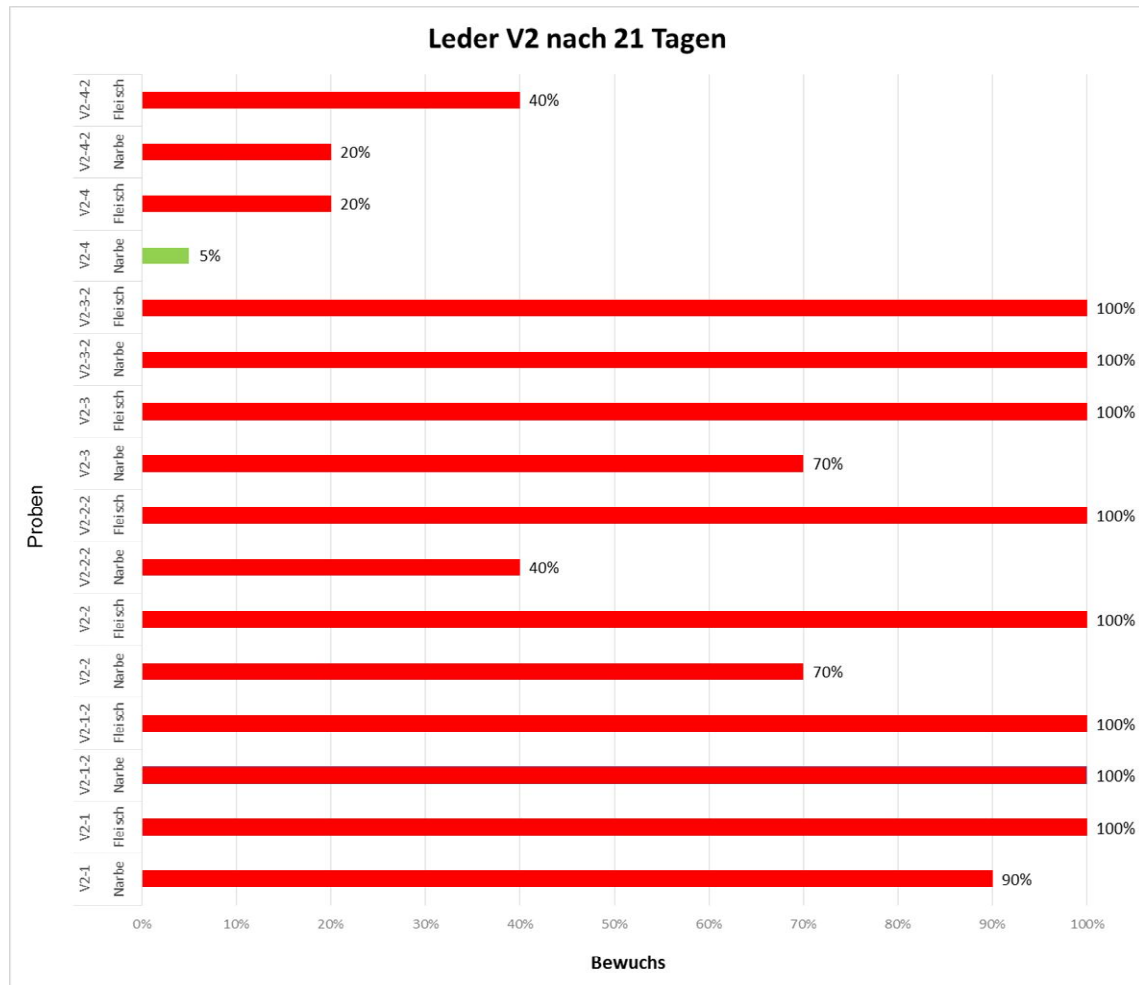


Abbildung 41: Bewuchs des Leders V2 nach 21 Tagen

Im Versuch V2 zeigen alle Prüflinge bis auf V2-4 (Narbe) ein Schimmelpilzwachstum >5% (siehe Abbildung 41). Die Probe V2-4 Narbenseite erzielt ein positives Testergebnis, alle anderen Proben erhielten ein negatives Testergebnis.

5.3.2 TEGEWA-Methode

➤ Leder-Halbfabrikat

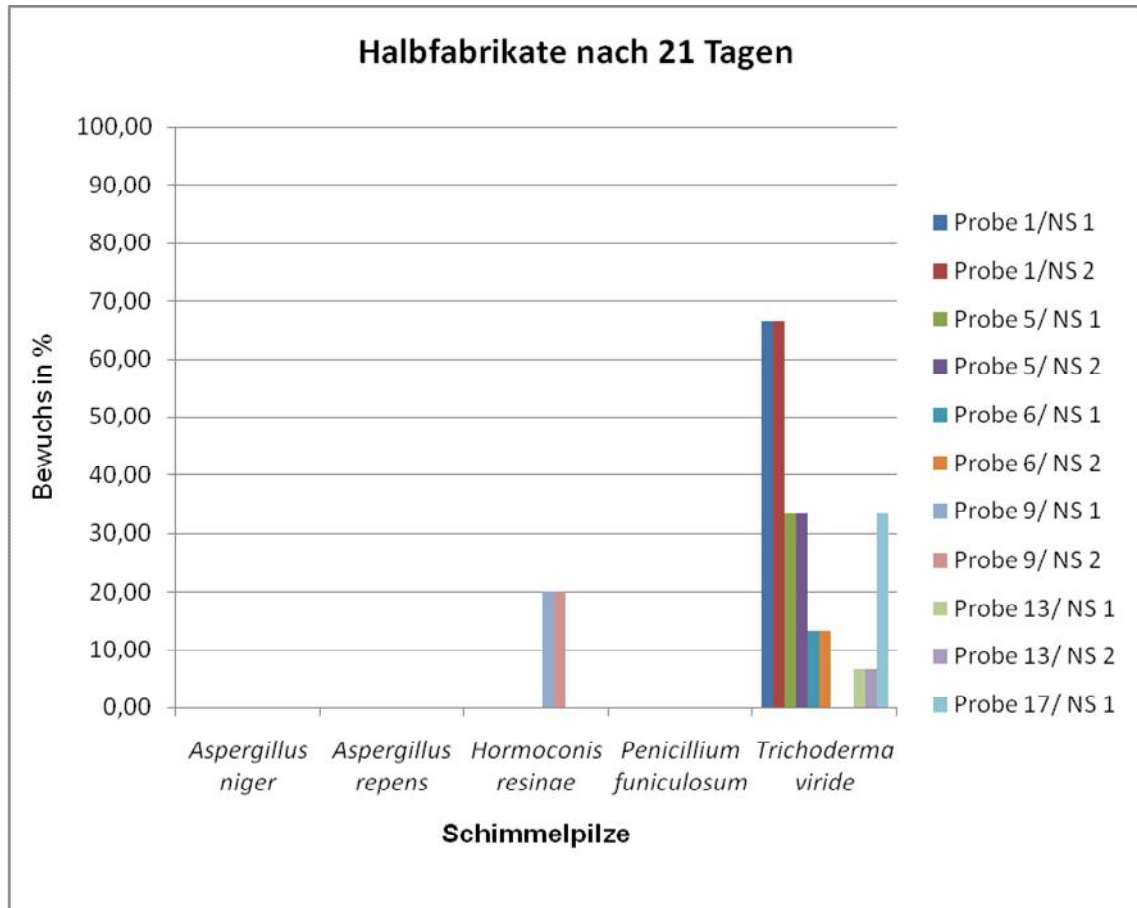


Abbildung 42: Bewuchs der Leder-Halbfabrikate nach 21 Tagen

Mit Hilfe der TEGEWA-Methode zeigte sich bei den Leder-Halbfabrikaten eine Besonderheit in Probe 8, wie die Abbildung 42 darstellt, da sich der anfängliche Schimmelpilzbefall nach 21 Tagen zurückbildete. Die Proben 9 und 13 wiesen dagegen erstmalig Schimmelpilzwachstum auf. Alle anderen Halbfabrikate wurden nach 21 Tagen als nicht bewachsen beurteilt.

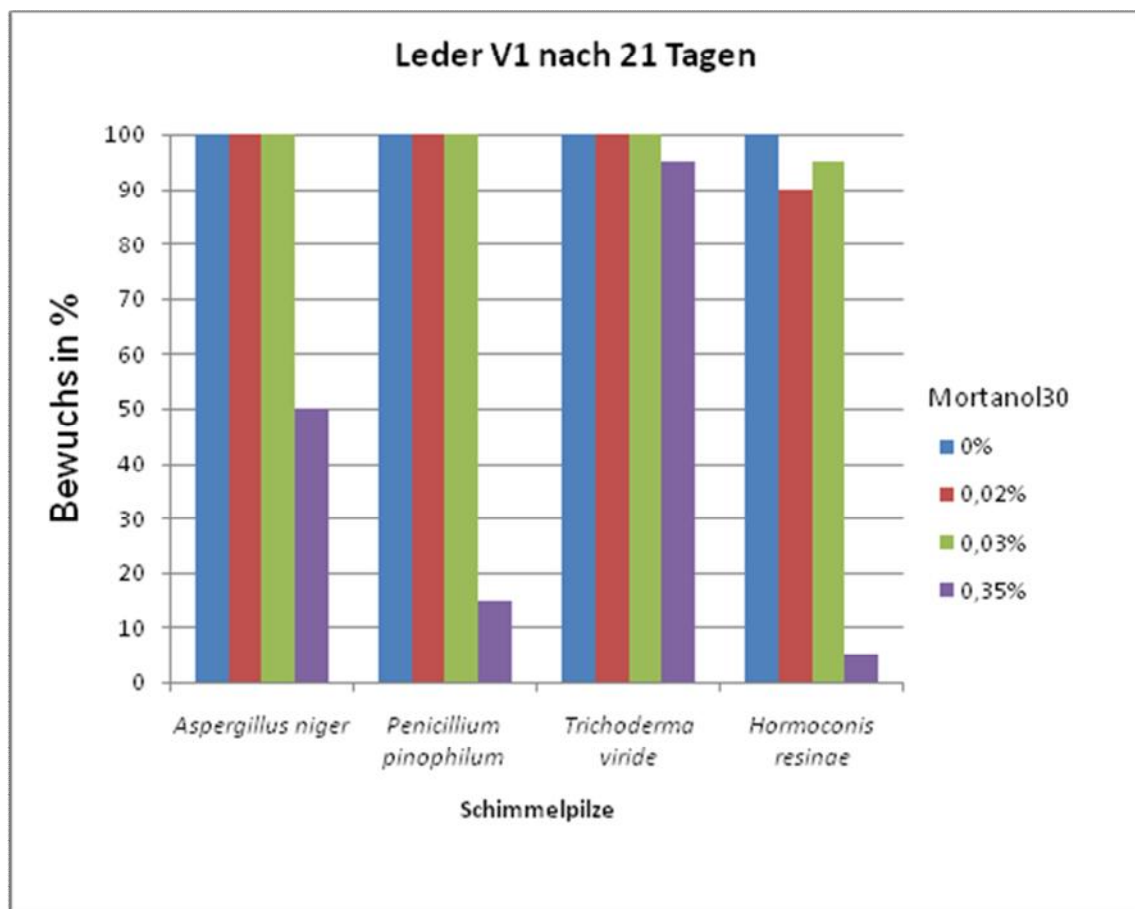
➤ Leder

Abbildung 43: Bewuchs der Leder V1 nach 21 Tagen

In der Abbildung 43 ist erkennbar, dass alle Leder-Proben im Versuch V1 einen großflächigeren Schimmelpilzbewuchs gegenüber dem 14. Tag mit der TEGEWA-Methode aufwiesen.

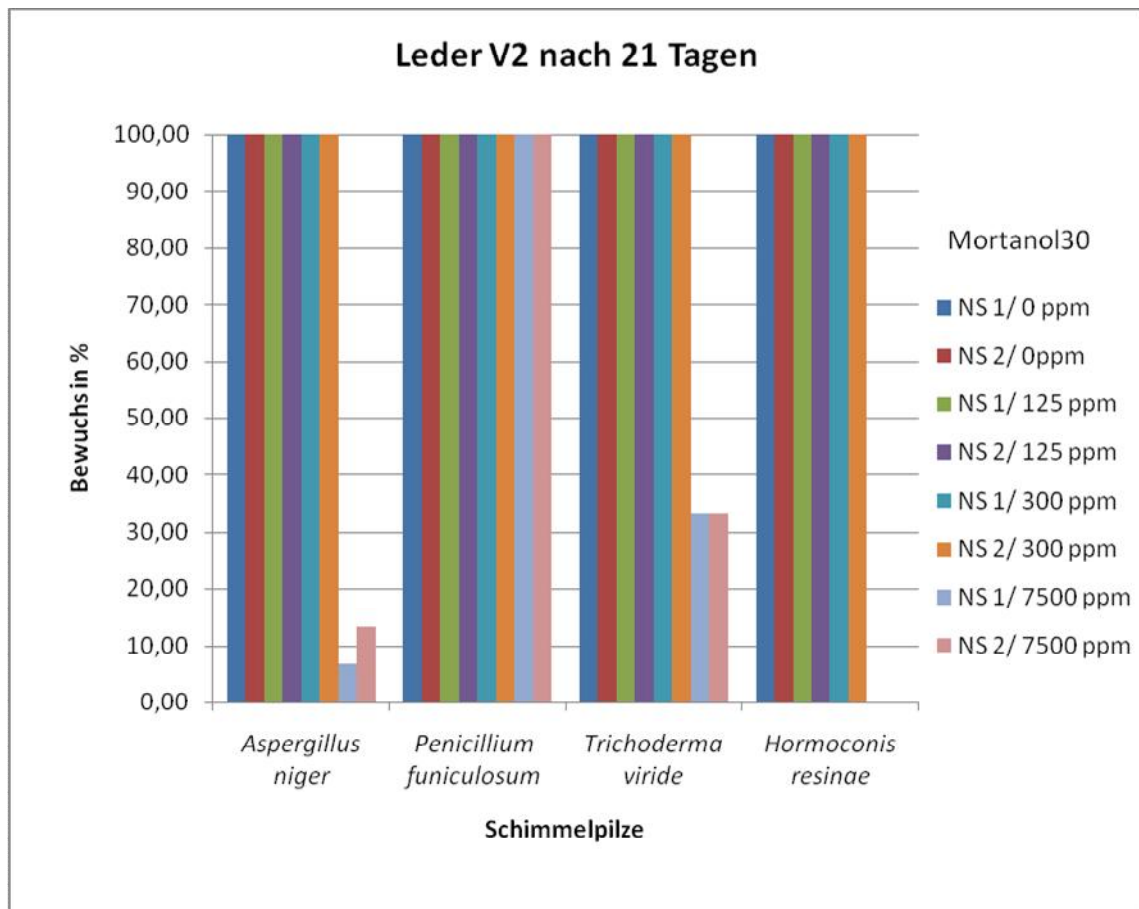


Abbildung 44: Bewuchs der Leder V2 nach 21 Tagen

Die Probe NS1 im Versuch V2 besitzen bei einer Mortanol30 Konzentration von 0,75% in Verbindung mit dem Schimmelpilz *Aspergillus niger* erstmals Schimmelpilzbewuchs. Es sind alle Proben mit einer Mortanol30 Konzentration von 0%, 0,0125% und 0,03% mit Schimmelpilz bewachsen. Vier Proben mit der höchsten Mortanol30 Konzentration erzielten ein positives Testergebnis.

5.4 Auswertung nach einer Inkubationszeit von 28 Tagen

5.4.1 Tropical Chamber-Test

➤ Leder-Halbfabrikat

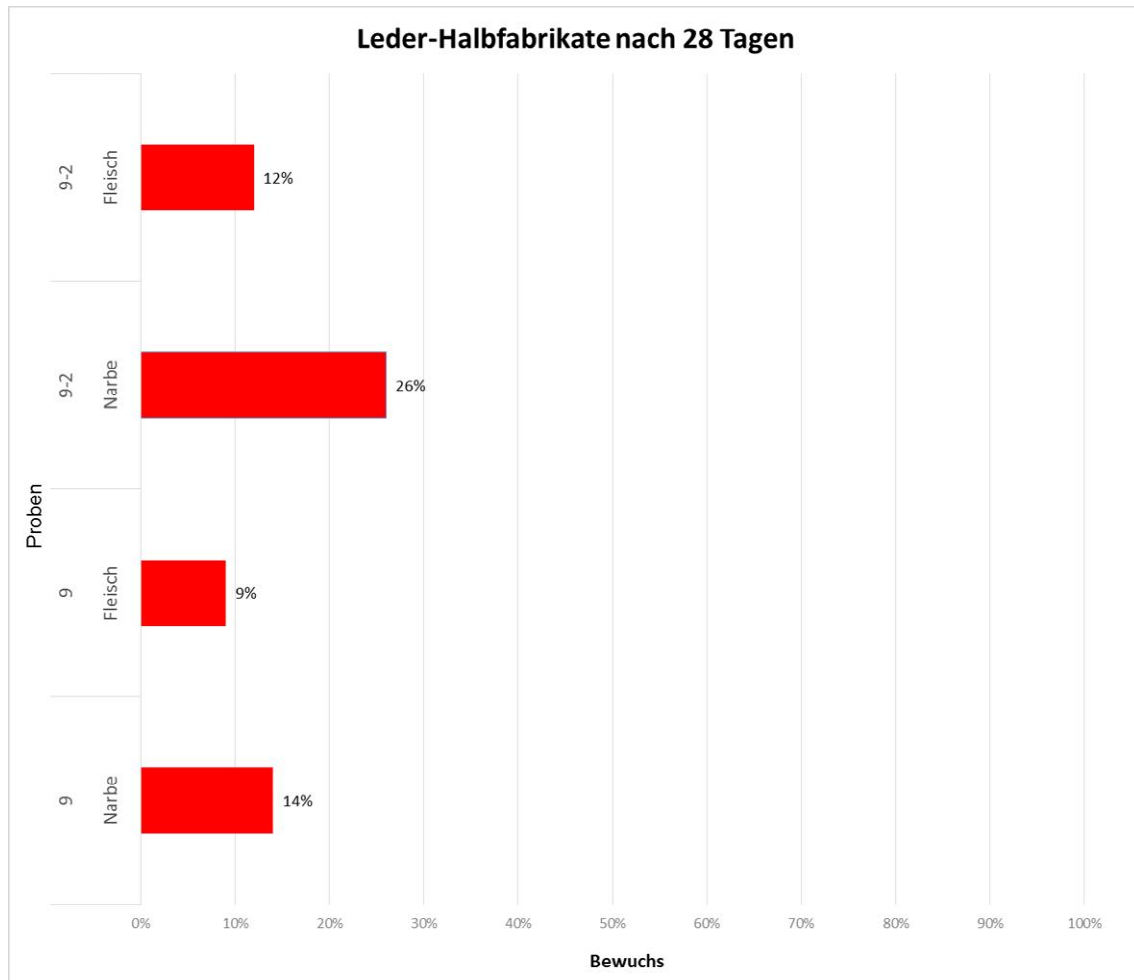


Abbildung 45: Bewuchs der Leder-Halbfabrikate nach 28 Tagen

Die Abbildung 45 zeigt, dass der Schimmelpilzbefall des Leder-Halbfabrikats 9 nach 28 Tagen weiter fortgeschritten ist. Auf der Narbenseite um 9 % und auf der Fleischseite um 5 % im Vergleich zum Bewuchs nach 21 Tagen. Die Probe 9-2 weist eine Erhöhung auf der Narbenseite um 22 % und auf der Fleischseite um 9,5 % auf. Die genannten Proben 9 und 9-2 erzielen ein negatives Testergebnis. Alle weiteren Proben weisen kein Wachstum auf und haben den Test bestanden.

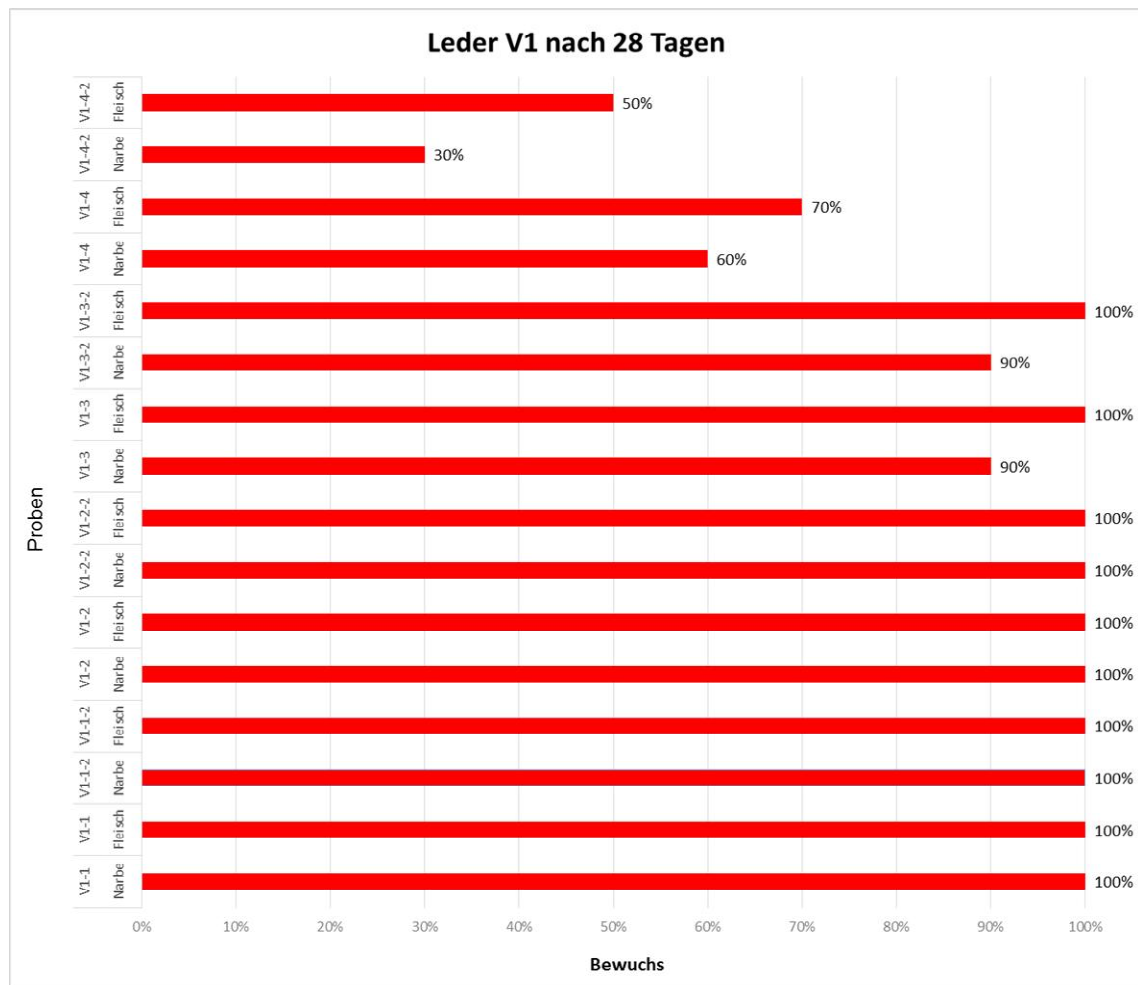
➤ Leder

Abbildung 46: Bewuchs des Leders V1 nach 28 Tagen

Alle Leder-Prüflinge des Versuchs V1 zeigen nach 28 Tagen Inkubation im Tropical-Chamber ein starkes Schimmelpilzwachstum zwischen 30 % (V1-4-2) und 100 % (V1-1 bis V1-2-2, V1-3 Fleisch, V1-3-2 Fleisch). Alle Proben erzielen folglich ein negatives Testergebnis (siehe Abbildung 46).

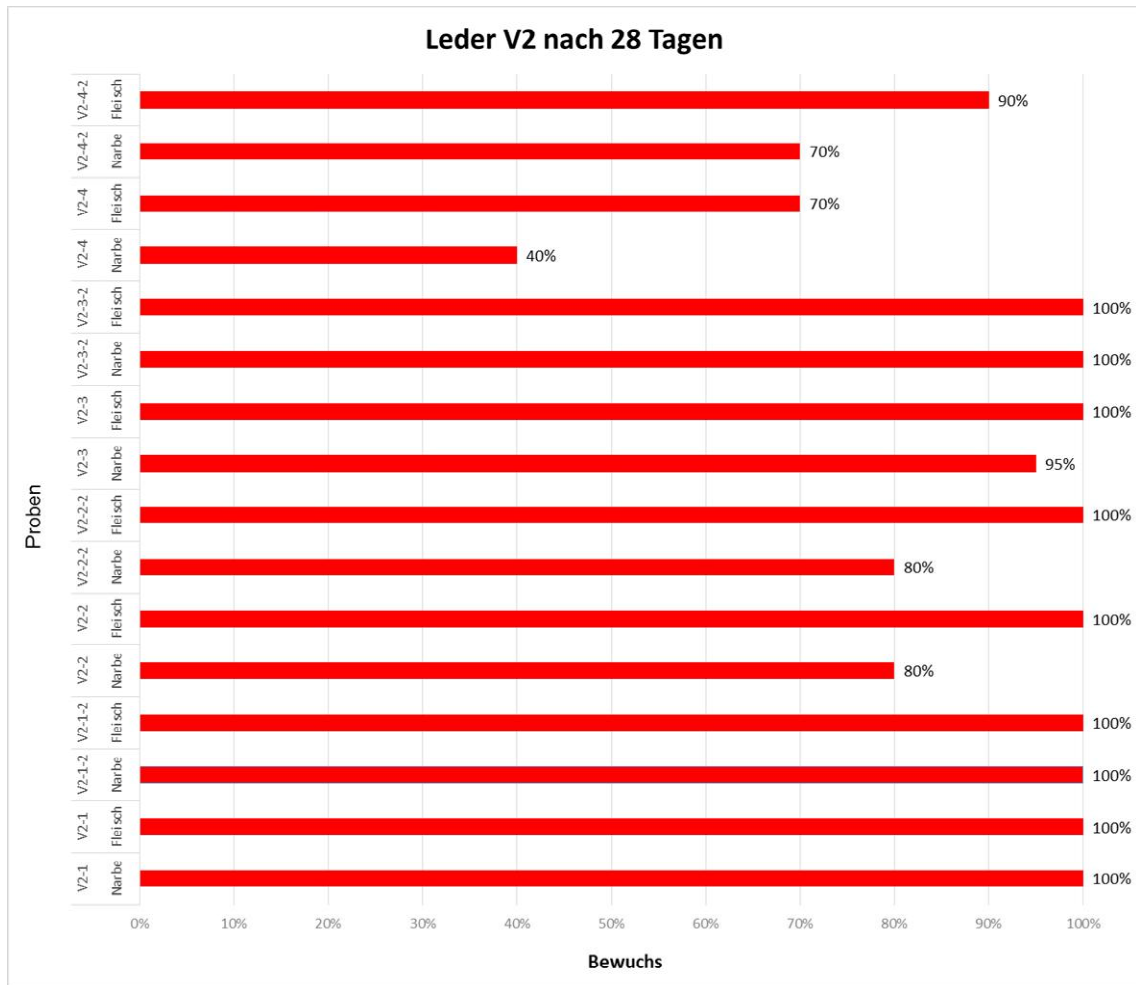


Abbildung 47: Bewuchs des Leders V2 nach 28 Tagen

Im Versuch V2 sind alle Leder-Proben nach 28 Tagen zwischen 40 % und 100 % von Schimmelpilzen befallen und erzielen ein negatives Testergebnis (siehe Abbildung 47).

5.4.2 TEGEWA-Methode

➤ Leder-Halbfabrikat

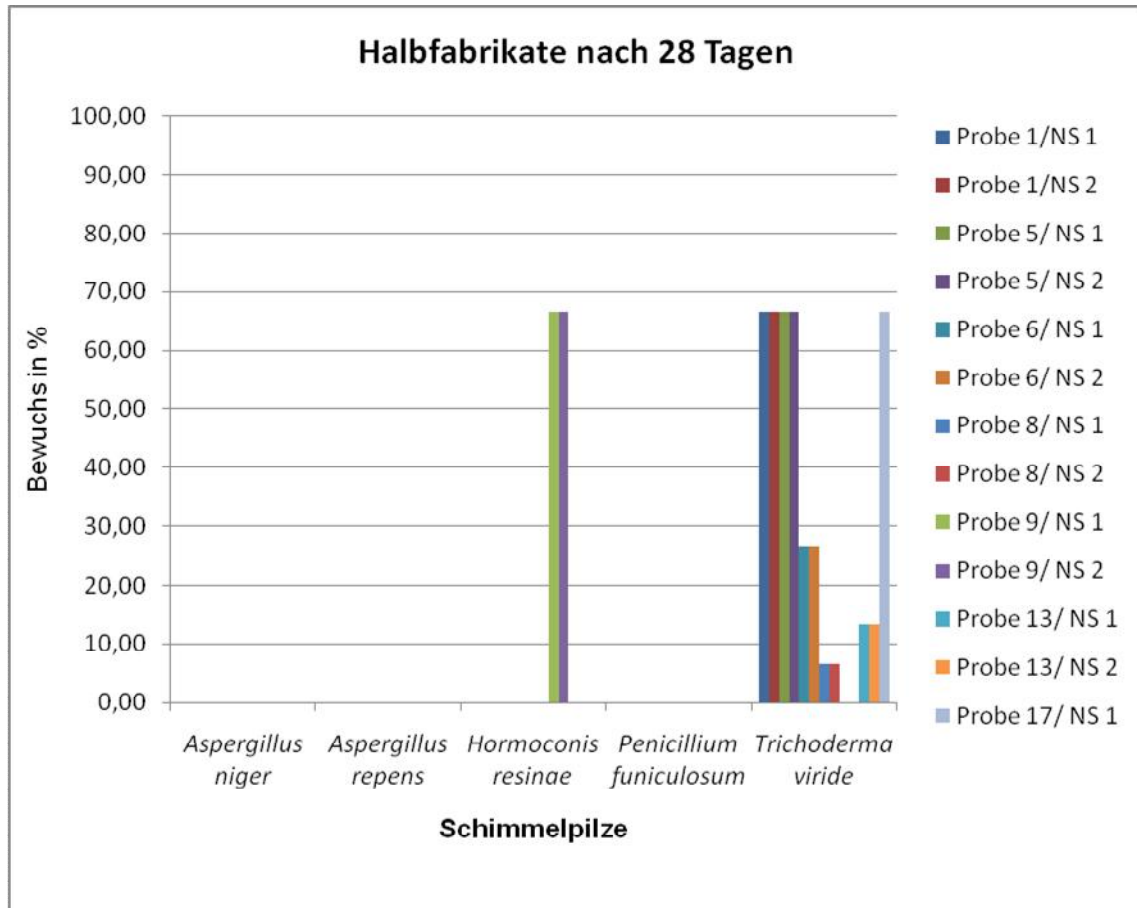


Abbildung 48: Bewuchs der Leder-Halbfabrikate nach 28 Tagen

Die Leder-Halbfabrikate zeigen nach 28 Tagen im TEGEWA-Test einen erneuten Schimmelpilzbefall der Probe 8, (siehe Abbildungen 48) Es wurde ein Schimmelpilzbewuchs zwischen 1 mm (> 6%) bei Probe 8 und 10 mm (> 66%) bei Probe 5 festgestellt. Die Proben 2-4, 7, 10-12, 14-16 und 18 waren ohne Bewuchs und erzielten ein positives Testergebnis.

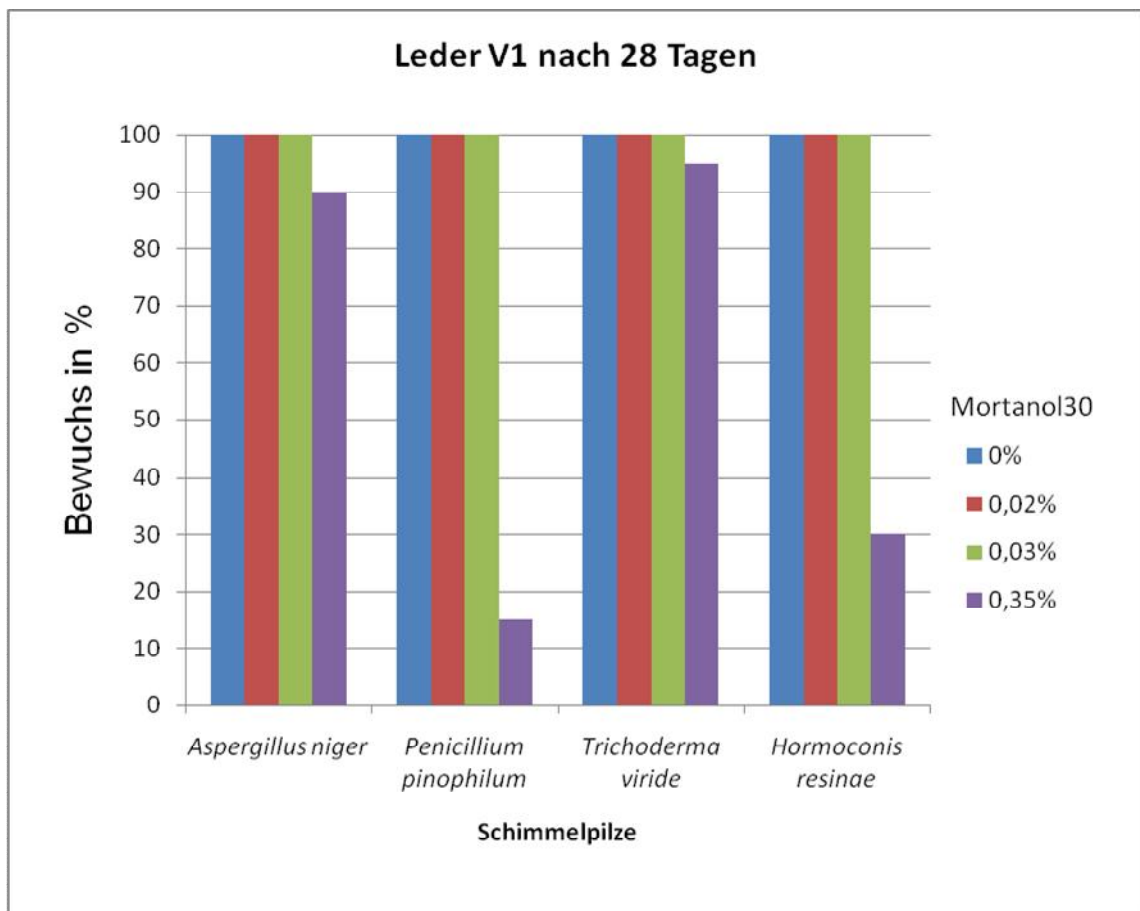
➤ Leder

Abbildung 49: Bewuchs der >Leder V1 nach 28 Tagen

Anhand der der Grafik, Versuch 1 ist zu erkennen, dass alle Lederproben nach 28 Tagen Inkubation einen Schimmelpilzbefall mit Hilfe der TEGEWA-Methode aufzeigen.

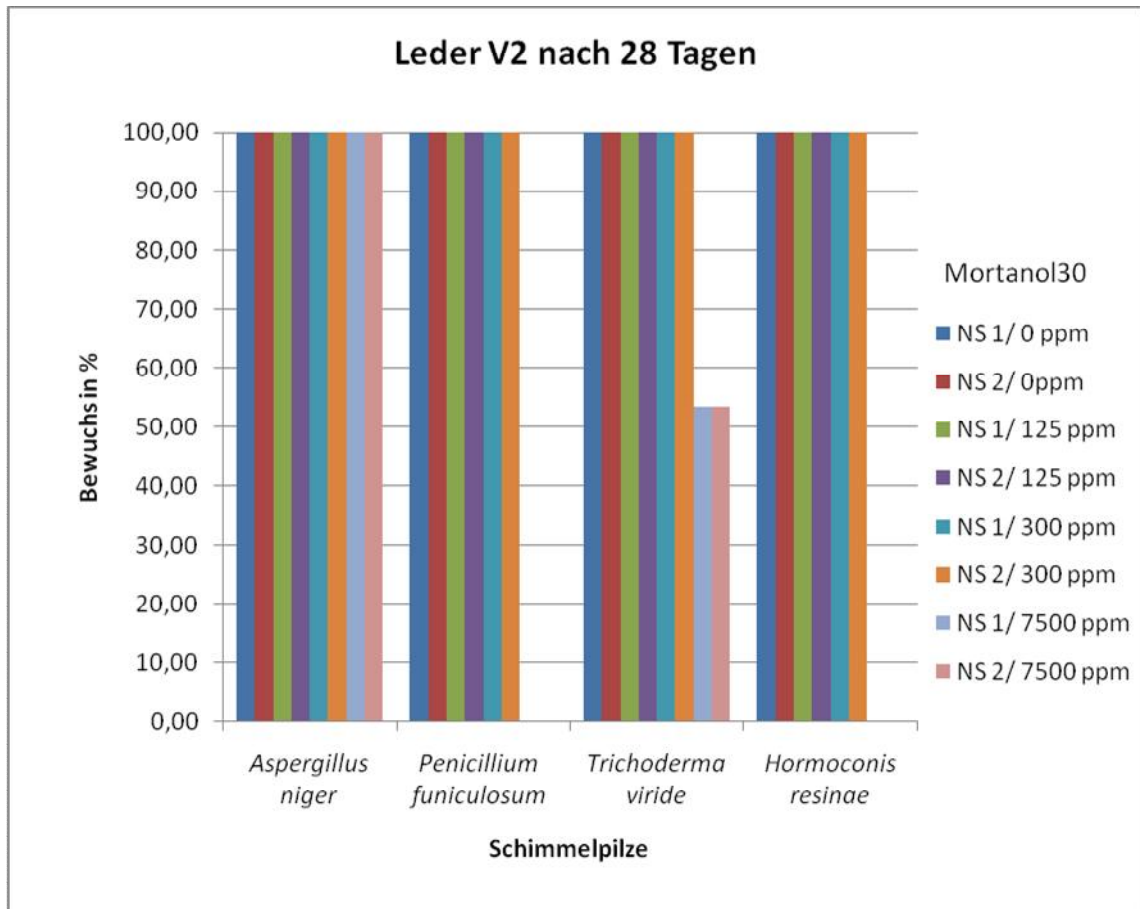


Abbildung 50: Bewuchs der Leder V2 nach 28 Tagen

Die Proben nach 28 Tagen Inkubation in Abbildung 50 weisen keine Veränderungen gegenüber dem 21. Tag auf.

5.5 Temperaturverlauf des Tropical Chamber-Tests

Die Abbildung 39 zeigt den Temperaturverlauf von der Inbetriebnahme bis zum Testende des Tropical Chamber-Tests. Die Phasen der Akklimatisierung, des Wachstums und des Testlaufs sind in die unten rot abgegrenzten Bereiche getrennt. Die negativen Peaks zeigen die Öffnung der Kammer, um die Sporensuspension aufzubringen, Prüflinge einzubringen und die Beprobung der Prüflinge durchzuführen.

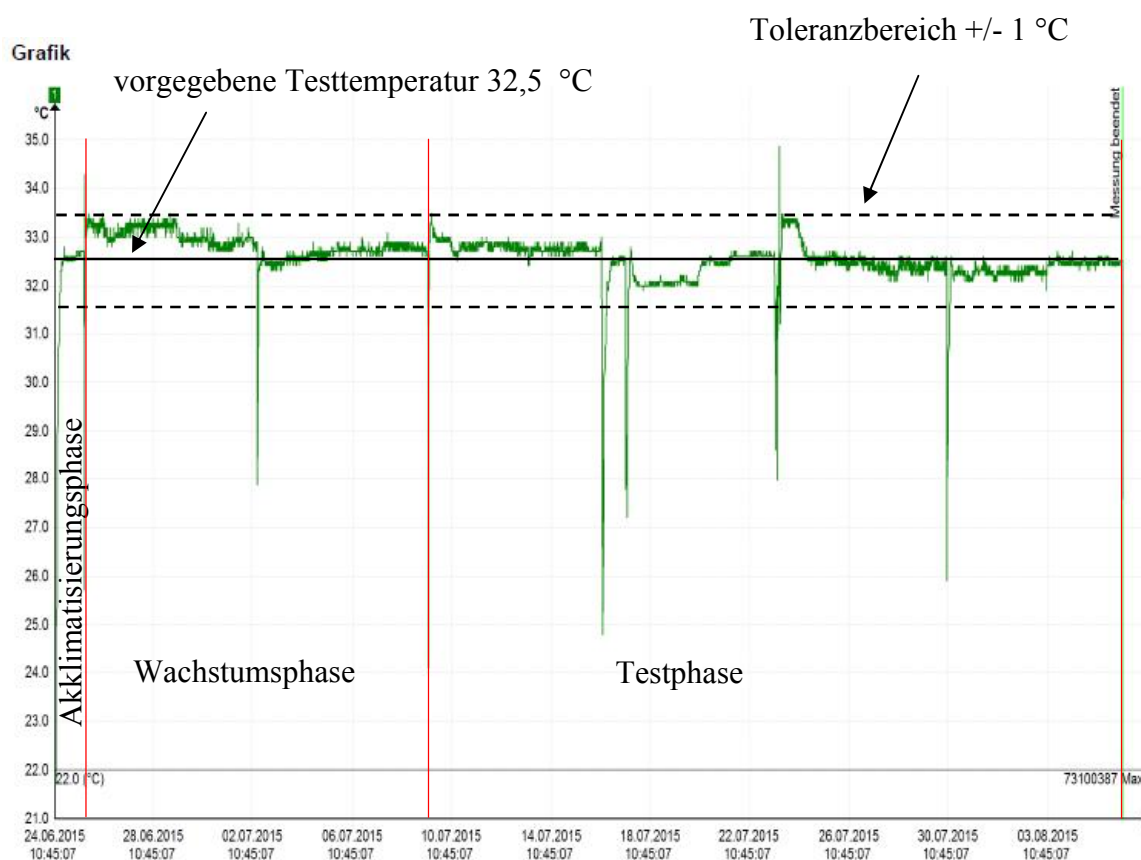


Abbildung 51: Temperatur Verlauf des Tropical-Chamber

6 Diskussion

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des Tropical Chamber-Tests und der TEGEWA-Methode bezüglich der eingesetzten Fungizide diskutiert und verglichen. Des Weiteren wird eine Nutzwertanalyse der beiden Methoden durchgeführt. Die Nutzwertanalyse wurde durchgeführt, um beide Methoden über monetäre und nicht monetäre Kriterien zu vergleichen.

6.1 Halbfabrikate des Tropical Chamber-Tests

Die Ergebnisse des Tropical Chamber-Tests zeigen, dass nur ein Prüfling (Nr. 9, 9-2) von insgesamt 18 Schimmelpilzbefall hatte. Dieser Befall ist darauf zurückzuführen, dass die Konzentration des eingesetzten Fungizides zu gering war oder das Fungizid selbst nicht gegen alle verwendeten Schimmelpilzstämme wirkte, siehe Tabelle 3. Mögliche Gründe für die zu geringe Fungizidkonzentration sind die bei dem Herstellungsprozess gewählte Fungizid-Dosierung und die Aufnahmefähigkeit des Gewebes, d. h. dichteres Gewebe kann mehr des eingesetzten Fungizides binden. Zum anderen ist eine ungleiche Verteilung des Fungizides im Probenmaterial nachteilig für den Schutz gegen Schimmelpilzbefall. Die Fläche des Bewuchses erreichte nach 28 Tagen über 5 % der Gesamtfläche und erfüllte damit das Kriterium, den Test nicht bestanden zu haben. Die anderen Halbfabrikate wiesen keinen Befall auf. Somit sind die eingesetzten Fungizide und deren Konzentration wirksam gegen die verwendeten Schimmelpilze und schützen die Materialien vor deren Befall (pos. Testergebnis).

6.1.1 Lederproben des Tropical Chamber-Tests

Bei der Auswertung der Ergebnisse ist zu erkennen, dass alle Lederproben Schimmelpilzbewuchs aufzeigten. Dies kann auf die Veredlungsschritte der Lederherstellung zurückzuführen sein, wobei das verwendete Mortanol30 aus dem Material ausgetragen wurde oder die eingesetzte Dosis zu gering war. Der größte Anteil an Mortanol30 wird durch die Veredlungsschritte Broschur und Neutralisation aus dem Material gewaschen. [URL-31] Weitere Veredlungsschritte sind z. B. das Nachgerben zur besseren Aufnahme von Farben & Fetten und die Hydrophobierung, eine

atmungsaktive und wasserabweisende oberflächliche Behandlung [Pauligk 1996]. Dadurch sind ungenügende Mengen des Fungizides in den Proben enthalten und können keinen ausreichenden Schutz gewährleisten. Andererseits ist es das Ziel keine hohen Konzentrationen Fungizid (Mortanol30) im Endprodukt Leder zurückzubehalten, um eine Aufnahme bzw. Übertragung auf den Endkonsumenten zu vermeiden. Da Leder im letzten Schritt der Produktion lediglich 14-18 % Wassergehalt aufweist, sollte das Leder weniger attraktiv für Schimmelpilze sein. Erhöht sich jedoch die Luftfeuchtigkeit durch Transport bzw. Lagerung im tropischen Klima oder bei hoher Sonneneinstrahlung, begünstigt das den Bewuchs des Leders mit Schimmelpilzen, wie es im Tropical Chamber Test nachgestellt wurde. Alle Proben erzielten ein negatives Testergebnis.

6.1.2 Halbfabrikate der TEGEWA-Methode

Nach Abschluss der Testphase sind die Proben der Halbfabrikate 1, 5, 6, 8, 9, 13 und 17 von Schimmelpilzen befallen. Eine mögliche Ursache für den Schimmelbefall könnte die Diffusion des Fungizides in das Nährmedium sein oder die eingesetzte Konzentration, die für den direkten Kontakt mit den Schimmelpilzen ungeeignet war. Nach beginnendem Schimmelpilzwachstum wiesen die Probe 2 ab dem 14. Tag und die Probe 8 am 21. Tag keinen Schimmelpilzbefall mehr auf. Am 28. Tag trat ein erneuter Befall auf der Probe 8 auf. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Abgabe des eingesetzten Fungizides über die 21 Tage in das Nährmedium erfolgte. Nach 28 Tagen war die Fungizidkonzentration so gering, dass ein erneuter Befall möglich war. Die anderen Proben zeigten keinen Befall und erzielten ein positives Testergebnis.

6.1.3 Lederproben der TEGEWA-Methode (Versuch 1 und Versuch 2)

Die Ergebnisse beider Versuche zeigen, dass alle Lederproben Schimmelpilzbefall aufzeigen. Im Versuch 2 war die Lederprobe mit einer Mortanol30 Konzentration von 0,75% gegen den Schimmelpilzstamm *Penicillium funiculosum* und *Hormoconis resinae* resistent. Trotz der Schimmelpilzresistenz erzielte die Probe NS1 und 2 im Versuch 2 mit der höchsten Mortanol30 Konzentration ein negatives Testergebnis. Der Befall durch einen von allen eingesetzten Schimmelpilzen erfüllt das Kriterium für ein negatives Testergebnis. Ein möglicher Grund des Befalls könnte die Dosierung des

verwendeten Fungizides sein. Eine andere Ursache könnte sein, dass die Veredlungsschritte die Mortanol30 Konzentration durch herauswaschen herabgesetzt haben. Außerdem könnten die Lederproben bei der Gerbung unterschiedlich mit dem Fungizid benetzt worden sein und weisen je nach Hautstelle unterschiedlich hohe Konzentrationen Fungizid auf, welches nicht dem eingesetzten Fungizid-Gehalt entspricht. So können auch Leder-Proben mit scheinbar höheren Konzentrationen Mortanol30 von Schimmelpilzen befallen sein. Um dieses Problem zukünftig in der Gerberei zu beheben, sollte während der Gerbung das entsprechende eingesetzte Fungizid in der Flotte homogenisiert werden, bevor die Häute mit dem Fungizid in Kontakt kommen. So wird eine ungleichmäßige Verteilung des Fungizids in den Häuten vermieden und damit auch einem Schimmelpilzbefall vorgebeugt.

6.2 Gegenüberstellung von Tropical Chamber-Test und TEGEWA-Methode

Die zwei wesentlichsten Unterschiede beider Methoden ist der Kontakt zwischen Probe und Nährmedium mit Schimmelpilzen sowie die Abhängigkeit zwischen Probe und Anzahl der eingesetzten Schimmelpilze. Im Tropical Chamber-Test werden die Proben über das inokulierte Nährmedium gegangen. Im Vergleich zur TEGEWA-Methode ergibt sich daraus kein direkter Kontakt zwischen den Proben und dem Nährmedium mit Schimmelpilzen. Des Weiteren sind die Proben in der Tropical Chamber einer Vielzahl (hier insgesamt 11) ausgewählter Schimmelpilze ausgesetzt. Im Vergleich dazu ist in der TEGEWA-Methode eine Probe nur einem Schimmelpilz ausgesetzt und die Leder-Proben besitzen durch Inkubation auf Agar einen direkten Kontakt zum Nährmedium. Dadurch ist es möglich, dass das eingesetzte Fungizid aus den Leder-Proben in das Nährmedium diffundiert und das Ergebnis verfälscht.

Vergleicht man die Ergebnisse beider Methoden, ist zu erkennen, dass die Leder-Halbfabrikate beim TCT eine höhere Beständigkeit gegenüber den eingesetzten Schimmelpilzstämmen aufweisen. Gründe für diese höhere Beständigkeit können der Abstand (12 cm) der Proben zu den eingesetzten Schimmelpilzen sein, da kein direkter Kontakt zwischen den Prüflingen und den Schimmelpilzen oder dem Nährmedium besteht. Aufgrund des fehlenden direkten Kontaktes ist ein Ausdiffundieren des Fungizides in das Nährmedium nicht möglich. Durch das Ausdiffundieren des

Fungizides reduziert sich die Konzentration im Prüfling, wodurch ein geringer Schutz gegenüber den Schimmelpilzen entsteht.

Im Gegensatz dazu waren alle Lederproben beim TCT stärker von Schimmel (>90 % Flächenbewuchs) befallen. Bei der TEGEWA-Methode waren die Proben ebenfalls befallen, aber in einer geringeren Intensität. Eine Ursache für den intensiveren Befall aller Lederproben könnten die optimalen Wachstumsbedingungen für die Schimmelpilze (32,5 °C und > 95 % rLF) in der Tropical Chamber sein. Eine weitere Möglichkeit könnte sein, dass die Prüflinge mehr Wasser aufnehmen und dadurch bessere Wachstumsbedingungen bieten. Temperaturen von ca. 32 °C und die Luftfeuchtigkeit von >95 % [Sautour, 2000] bieten gute Bedingungen für die verwendeten Schimmelpilze.

6.3 Nutzwertanalyse der Methoden Tropical Chamber vs. TEGEWA

Im Folgenden werden Bewertungskriterien bzgl. der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Ergebnisse beider Methoden festgelegt. Das Ziel der Nutzwertanalyse ist die „Bewertung nicht monetärer qualifizierbarer Größen beim Vergleich [...]“ [Hering, 2007] der Methoden TEGEWA und Tropical Chamber-Test „[...] entsprechend ihren Zielkriterien in folgenden Schritten:

- Ermittlung der Zielkriterien für die Projektdurchführung
- Feststellung der Priorität der Zielkriterien
- Auswertung der Bewertungsmatrix und Aufstellung der Zielhierarchie
- Ermittlung des Gesamtnutzwertes der einzelnen Alternativen und
- Auswahl der vorteilhaftesten Bewertungsalternative.“ [Hering, 2007]

Das Ziel der Nutzwertanalyse ist es, die vorteilhaftesten Alternativen durch festgelegte und verschieden priorisierte Zielkriterien miteinander zu vergleichen und zu bestimmen [URL-29]. Es ist also eine Methode zur Auswahl aller relevanten Handlungsalternativen und „[...] bietet sich für Entscheidungen an, die von mehreren Zielsetzungen [...]“ [URL-30] abhängig sind [URL-30]. Die Bewertung der Zielkriterien erfolgt auf Nutzung der kardinalen Skala. Diese umfasst die Zahlen von null bis zehn. Die Zahl

null stellt das schlechteste und die Zahl zehn das beste Ergebnis dar. Die Festlegung der Zielkriterien erfolgt nach dem logischen Ablauf der Methoden, d.h. alle Arbeitsschritte zur erfolgreichen Ergebniserzielung wurden betrachtet.

Ein Vorteil ist die Bewertung von nicht monetären Kriterien, die einen entscheidenden Einfluss auf die Rangfolge der Alternativen haben kann. Als ein weiterer Vorteil und gleichfalls Nachteil ist die Subjektivität der Kriteriengewichtung zu verstehen. Ein Vorteil ist es, durch die Möglichkeit nicht monetäre Kriterien mittels Gewichtung im Zielsystem zu verankern. [URL-29] Ein Nachteil der Nutzwertanalyse ist, dass dem vorliegenden Ergebnis durch die subjektive Gewichtung der Zielkriterien eine zu große Ernsthaftigkeit entgegen gebracht wird. Bei Veränderung der Gewichtungen ist eine Änderung des Ergebnisses möglich. Daher sind ein gewissenhaftes Arbeiten sowie die ständige Überprüfung bzgl. objektiver Gewichtung notwendig. [URL-28]

Erläuterung der Kriterien

Investitionskosten: Investitionskosten sind Ausgaben, die bei Anschaffungen von entsprechend benötigten Labormaterialien entstehen.

Vorbereitung des Nährmediums: Herstellung der Suspensionen, Autoklavierung und Gießen des Nährmediums in Petrischalen.

Vorbereitung der Sporensuspension: Anzucht der Schimmelpilze, Ablösen der Sporen mittels physiologischer Kochsalzlösung, Filtrierung und Einstellung der Konzentration der Sporensuspension, siehe Punkt 4.5: Herstellung der Sporensuspension für den Test.

Vorbereitung der Prüflinge: Ausstanzen der Prüflinge aus dem Probenmaterial.

Aufbringung der Sporensuspension: Aufbringen der Sporensuspension auf dem Nährmedium.

Einbringen der Prüflinge: Prüflinge werden auf dem Nährmedium platziert bzw. werden in die Klimakammer gehängt.

Beprobung: Visuelle Betrachtung der Prüflinge.

Wachstumsbeurteilung: Beurteilung des Schimmelpilzwachstums auf dem Prüfling.

Wiederverwendung: Aufwand und Kosten zur Wiederverwendung von Materialien.

Wartungsaufwand / Betriebskosten: zeitlicher Aufwand bzw. Fixkosten, die zur Durchführung der Methoden benötigt werden (z.B. Strom, Wasser usw.).

Aufwand bei Einbringung zusätzlicher Prüflinge: Zusätzliche Prüflinge können im laufenden Test in das Testsystem integriert werden. Besonderheit ist, dass nur zwei Ergebnisse erzielt werden können: möglich oder unmöglich.

Festlegung der Zielkriterien

Tabelle 5: Bewertungskriterien für die Nutzwertanalyse

Wert Kriterien	0	2,5	5	7,5	10
Vorbereitungsphase					
Investitionskosten für Materialien	sehr hoch	hoch	mittel	niedrig	sehr niedrig
Vorbereitung des Nährmediums	sehr aufwendig	aufwendig	mittel	wenig aufwendig	nicht aufwendig
Vorbereitung der Sporensuspension	sehr aufwendig	aufwendig	mittel	wenig aufwendig	nicht aufwendig
Vorbereitung der Prüflinge	sehr aufwendig	aufwendig	mittel	wenig aufwendig	nicht aufwendig
Aufbringung der Sporensuspension	sehr aufwendig	aufwendig	mittel	wenig aufwendig	nicht aufwendig
Einbringen der Prüflinge	sehr aufwendig	aufwendig	mittel	wenig aufwendig	nicht aufwendig
Durchführung					
Beprobung	sehr aufwendig	aufwendig	mittel	wenig aufwendig	nicht aufwendig
Auswertung der Ergebnisse					
Wachstumsbeurteilung	sehr aufwendig	aufwendig	mittel	wenig aufwendig	nicht aufwendig
Sonstiges					

Wiederverwen- dung	sehr schlecht	schlecht	mittel	gut	sehr gut
Wartungsaufwand/ Betriebskosten	sehr hoch	hoch	mittel	niedrig	sehr niedrig
Abfall	sehr viel	viel	mittel	wenig	sehr wenig
Aufwand bei Einbringung zusätzlicher Prüflinge	unmöglich				möglich

Ermittlung der Zielwerte

Die Bewertung der Zielkriterien pro Methode bezieht sich auf die Durchführung von 10 Testdurchläufen.

Tabelle 6: Nutzwertanalyse Wassereinsparmöglichkeiten

Zielkriterien \ Methoden	TEGEWA	Tropical Chamber- Test
<ul style="list-style-type: none"> Investitionskosten für Materialien (Anschaffungskosten) 	niedrig	hoch
<ul style="list-style-type: none"> Verbrauchskosten (Kosten für 10 Testdurchläufe) 	mittel	sehr niedrig
<ul style="list-style-type: none"> Vorbereitung des Nährmediums 	aufwendig	nicht aufwendig
<ul style="list-style-type: none"> Vorbereitung der Sporensuspension 	aufwendig	wenig aufwendig
<ul style="list-style-type: none"> Vorbereitung der Prüflinge 	mittel	mittel
<ul style="list-style-type: none"> Aufbringung der Sporensuspension 	aufwendig	nicht aufwendig

• Einbringen der Prüflinge	mittel	wenig aufwendig
• Beprobung	wenig aufwendig	wenig aufwendig
• Wachstumsbeurteilung	wenig aufwendig	wenig aufwendig
• Wiederverwendung	sehr schlecht	sehr gut
• Wartungsaufwand/ Betriebskosten	mittel	niedrig
• Abfall	viel	wenig
• Aufwand bei Einbringung zusätzlicher Prüflinge	unmöglich	möglich

Durchführung der Wertsynthese**Tabelle 7: Wertsynthese der Nutzwertanalyse**

Zielkriterien \ Methoden	Kriterien- gewichtung %	TEGEWA	Tropical Chamber- Test
• Investitionskosten für Materialien (Anschaffungskosten)	5	7,5	2,5
• Verbrauchskosten (Kosten für 10 Testdurchläufe)	5	5	10
• Vorbereitung des Nährmediums	10	2,5	10
• Vorbereitung der Sporensuspension	10	2,5	7,5
• Vorbereitung der Prüflinge	5	5	5
• Aufbringung der Sporensuspension	5	2,5	10
• Einbringen der Prüflinge	5	5	7,5
• Beprobung	5	7,5	7,5
• Wachstumsbeurteilung	10	7,5	7,5
• Wiederverwendung	10	0	10
• Wartungsaufwand/ Betriebskosten	5	5	7,5
• Abfall	10	2,5	7,5
• Aufwand bei Einbringung zusätzlicher Prüflinge	15	0	10
	Σ 100%	3,375	7,875

Rangordnung

Die Rangordnung zeigt die Methode mit dem größten Nutzwert.

Tabelle 8: Rangordnung der Nutzwertanalyse

Platz	Nutzwert	Methode
1.	7,875	Tropical Chamber-Test
2.	3,375	TEGEWA

Die Nutzwertanalyse zeigt, dass der Tropical Chamber-Test in den betrachteten Kriterien einen ca. doppelt so großen Nutzwert besitzt wie die TEGEWA-Methode.

Die durchgeführte Nutzwertanalyse ist rein subjektiv betrachtet. Die Verteilung der Gewichtung der als wesentlich betrachteten Kriterien ist vom Durchführenden bestimmt und kann nicht mit anderen biologischen Testverfahren verglichen werden. Die Veränderung der Gewichtung und die Betrachtung anderer Kriterien könnte einen anderen Nutzwert beider Methoden zur Folge haben. Es kann keine Wertung der qualitativen Testergebnisse aus der Nutzwertanalyse erfolgen.

6.4 Fehlerbetrachtung bezüglich des Tropical Chamber-Test

Erde zu zeitig tyndallisiert.

In großen Mengen ist sterile Erde im Handel nicht erhältlich. Die handelsübliche Erde wird mit Hilfe der Tydalisation nur keimarm. Durch ein zu zeitiges Tyndallisieren der Erde und Befüllen der Box mit dieser würde ein ungewolltes Wachstum eines unbekannten Schimmelpilzes hervorgerufen werden. Eine Beimpfung dieser Erde mit den Sporensuspensionen wäre somit unzulässig, da ein Wachstumsvorsprung vorläge.

Probleme/ Dauer bei der Lieferung von Schimmelpilzstämmen.

Um die Sporensuspensionen der Schimmelpilze herzustellen, mussten verschiedene Stämme gekauft werden. Die Dauer des Liefervorganges mancher Stämme stellte sich als zu lang heraus und daher konnten nicht alle bevorzugten Pilzstämmen genutzt

werden. Weitere bevorzugte Schimmelpilzstämme sind *Gliocladium virens*, *Aspergillus brasiliensis* und *Aspergillus flavus*.

Problem bei der Anzucht verschiedener Schimmelpilzstämme.

Bei der Anzucht der verschiedenen Pilzstämme stellte sich heraus, dass die Wachstumseigenschaften sehr unterschiedlich waren. So war zu beobachten, dass einige Schimmelpilze ein schnelles Wachstum mit ausreichender Sporulation und andere ein langsames Wachstum mit geringer Sporulation zeigten.

Können immer neue Proben in die Kammer eingebracht werden?

Ja, es können zu jedem Zeitpunkt Proben eingebracht werden, was sich als Vorteil herausstellt. Dafür muss die Kammer immer in Betrieb bleiben, um das Klima aufrecht zu halten.

Ist eine Isolierung der Kammer erforderlich?

Aufgrund der Isolierung der Kammer mit Styropor, wurde bei einer Heiztemperatur von 37,8 °C eine Innentemperatur von 32,5 °C erreicht. Ohne die Isolierung wurde ein Temperaturunterschied von 2 °C in der Kammer festgestellt. Durch diesen Unterschied war eine Einsparung von Energie möglich. Außerdem wurden die Temperaturschwankungen im Inneren der Box minimiert und so könnte die Temperatur bei einem Stromausfall länger aufrechterhalten werden.

Wasserverlust über die Betriebszeit?

Über die Dauer von 43 Tagen war ein Wasserverlust von ca. 5 Liter, was 15,6% der Gesamtwassermenge entspricht, zu verzeichnen. Dabei sind Wasseranteile verdunstet und von den Prüflingen sowie der Erde aufgenommen worden. Für eine einmalige Durchführung des Testes ist dieser Wasserverlust kein Problem. Bei dauerhaften Betrieb ist das nachfüllen von Wasser notwendig, um ein feuchtwarmes Klima für die Schimmelpilze zu erhalten.

7 Zusammenfassung

Das Fazit des Tropical Chamber-Testes nach erstmaliger Durchführung ist positiv. Der Aufbau der gesamten Tropical Chamber-Anlage mit den entsprechenden Modifikationen zur Norm „Standard Test Method for Evaluating the Resistance of the Surface of Wet Blue to the Growth of Fungi in an Environmental Chamber“ war sehr arbeitsintensiv, jedoch ist die Tropical Chamber nach Optimierung für den Dauerbetrieb geeignet. Der laufende Test ist kostengünstiger, Zeit sparender in der Vorbereitung und weniger arbeitsintensiv als die TEGEWA-Methode. Des Weiteren ist er der einzige Test, welcher während einer Testphase weitere Proben ohne großen Aufwand aufnehmen kann. Die durchgeführte Nutzwertanalyse belegt noch einmal die Vorteile des Tropical Chamber-Testes. Die Vorteile gegenüber der TEGEWA-Methode sind die realeren Transport- und Lagerbedingungen der Lederfabrikate und Leder-Halbfabrikate bezüglich der Widerstandsfähigkeit gegenüber Schimmelpilzen. Die realitätsnahen Bedingungen sind z.B. der fehlende Kontakt zwischen den Proben und dem inkubierten Nährmedium sowie die Aussetzung der Proben gegenüber einer Vielzahl von Schimmelpilzen.

Die Testergebnisse zeigen, dass die Leder-Halbfabrikate im Tropical Chamber-Test einen geringeren Schimmelpilzbefall im Vergleich zur TEGEWA-Methode aufweisen. Im Gegensatz dazu waren die Leder-Proben im Tropical Chamber-Test stärker mit Schimmelpilzen bewachsen.

Zusammenfassend lieferte der Tropical Chamber-Test bei der erstmaligen Testphase gute Ergebnisse. Durch mehrmaliger Testdurchführung wird eine Reproduzierbarkeit der Testergebnisse überprüft. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich der Tropical Chamber-Test im Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen etabliert und ergänzend zur TEGEWA-Methode betrieben werden kann.

8 Ausblick

Um eine Reproduzierbarkeit zu erhalten, müssten mehrere Testdurchläufe mit gleichen Probenmaterialien durchgeführt werden. Um auswertbare und aussagekräftige Testergebnisse zu erhalten, sollten ausgewählte Testparameter verändert bzw. optimiert werden. Es sollte eine Variation der Temperatur erfolgen. Die dadurch hervorgerufenen Veränderungen können sowohl ein besseres Wachstum der eingesetzten Schimmelpilze bewirken als auch eine bessere Sporenbildung dieser hervorrufen. Eine andere Veränderung ist die Variation des Abstands der Proben zu den Schimmelpilzen. Um den in dieser Arbeit gewählten Abstand von 10 cm zu optimieren, sollten größere und kleinere Abstände getestet werden. Das Einbringen weiterer Schimmelpilzarten wäre eine weitere Maßnahme, um die Testergebnisse zu verändern. Die Erzeugung eines Luftstromes zur besseren Verbreitung der Sporen ist ebenfalls in Betracht zu ziehen. Die Verwendung von unterschiedlichen Bioziden mit unterschiedlichen physikalischen-chemischen Eigenschaften z.B. Löslichkeit/ Dampfdruck könnte ebenfalls getestet werden.

9 Summary

The conclusion after the initial implementation of the tropical chamber-test is positive. The construction of the entire tropical chamber with the appropriate modifications is based on the guideline: „Standard Test Method for Evaluating the Resistance of the Surface of Wet Blue to the Growth of Fungi in an Environmental Chamber” and was very difficult to set up. The tropical chamber-test is cost-effective, time-efficient and less labour intensive than the TEGEWA method. Furthermore, it is the only test which can disrupt the running procedure to accommodate additional samples. The benefit analysis clearly shows the advantages of the tropical chamber-test. The advantages of the tropical chamber-test in comparison to the TEGEWA method are the more realistic transport and storage conditions of the leather and leather semi-finished products concerning the resistance to mould. Real conditions are: no contact between the samples and the culture medium as well as a variety of moulds in the presence of the samples. The results show that the leather semi-finished products in the tropical chamber-test have a lower infestation of moulds in the tropical chamber-test than in the TEGEWA method. The leather products showed a higher growth of moulds in the tropical chamber-test in comparison to TEGEWA. In summary the tropical chamber-test achieved good test results after the first implementation. Reproducibility of the test results will be expected by repeated test implementation. It can be assumed that the tropical chamber-test will be established in the “Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen” and in the future it can be used parallel with the TEGEWA method.

Literaturverzeichnis

ASTM Int'l (2011): *Standard Test Method for Evaluating the Resistance of the Surface of Wet Blue to the Growth of Fungi in an Environmental Chamber*. Seite 1 – 10

Chang, John C.S.; Karin K. Foarde; Douglas W. Vanosdell (1995): *Growth evaluation of fungi (Penicillium and Aspergillus spp.) on ceiling tiles*.29. ELSEVIER: Issue 17: Volume 29

Christner, J (1996): *TEGEWA-Methode zur Prüfung der Schimmelpilzfestigkeit von Wet-blue*. DAS LEDER: 7/8-1996: Seite 1 – 8

Gravesen, Suzanne; Frisvad, Jens C.; Samson, Robert A. (1994): *Microfungi*. 1: Munksgaard Copenhagen: Seite 84-151

Greenberger, M; Kaplan, A.M.; Wiley, B.J. (1983): *Observations on mildew susceptibility of painted surfaces in tropical chamber exposure*. Science&Advanced Technology Laboratory: Seite 1-30

Hering, Ekbert; Modler, Karl-Heinz (2007): *Grundwissen des Ingenieurs*.14: Fachbuchverlag Leipzig: Seite 726

Leppchen-Fröhlich, Kathrin (2012): *Tegewa-Methode zur Prüfung der Schimmelpilzfestigkeit von Wet-White*. Pro-Leder Rubrik: Seite 17-20

Leppchen-Fröhlich, Kathrin (2015): *Liste Schimmelpilze für Tropical Chamber*. Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen: Seite 1-2

Orlit, Alois (2004): *Microbial biodeterioration of leather and its control: a review*. ELSEVIER: Volume 53

Pauligk, Karl; Hagen Rudolf (1996): *Lederherstellung*. 3: VEB FACHBUCHVERLAG LEIPZIG: Seite 84-261

Pekhtasheva Elena, Neverov Anatoly, Zaikov Gennady (2012): *BIODAMAGES AND PROTECTION OF LEATHER AND FUR*. 6: CHEMISTRY & CHEMICAL TECHNOLOGY: Volume 6

Pietikäinen^{1,2}, Janna; Pettersson¹, Marie; Bååth¹, Erland (2004): *Comparison of temperature effects on soil respiration and bacterial and fungal growth rates*. ELSEVIER: Issue 1: Volume 52

Reiß, Jürgen; (2009): *Schimmelpilze –Lebensweise, Nutzen, Schaden, Bekämpfung*. 3: Springer Berlin: Seite 20 – 252

Sautour, Marc; Dantigny, Philippe; Divies, Charles (2000): *A temperature-type model for describing the relationship between fungal growth and water activity*. ELSEVIER: Issue 1-2: Volume 67

Werner, Wolfgang (1979): *Wissensspeicher für Technologen Ledertechnik*.1: VEB FACHBUCHVERLAG LEIPZIG: Seite 62-261

ZSCHIMMER & SCHWARZ GmbH & Co. KG CHEMISCHE FABRIKEN, 15.06.2015: *Mortanol30*: Seite 1 - 2

Internet

URL-1 (19.06.2015) DWA Der-Dialyse-Wasser-Spezialist: *Tyndallisation zur Minimierung des Verkeimungsrisikos in Permeatsystemen* URL: <http://www.dwa-online.com/wp-content/uploads/2010/09/Tyndallisation.pdf>

URL-2 (19.06.2015) Wikipedia Die freie Enzyklopädie: *Sterilisation* URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Sterilisation#Fraktionierte_Sterilisation

URL-3 (19.06.2015) Dipl.-Ing.(FH) Paatsch, Thomas: *Schimmel – Schimmelpilze – Schimmelpilzgifte – Mykotoxine* URL: <http://www.schimmel-schimmelpilze.de/schimmelpilzgifte-mykotoxine.html>

URL-4 (10.06.2015) Dipl.-Ing.(FH) Paatsch, Thomas: *Schimmel – Schimmelpilze – Schimmelpilzgifte Aspergillus niger* URL: <http://www.schimmel-schimmelpilze.de/aspergillus-niger.html>

URL-5 (10.06.2015) Leibniz Institut DSMZ - Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH: *Aspergillus niger van Tieghem* URL: https://www.dsmz.de/de/kataloge/catalogue/culture/DSM-1957.html?tx_dsmzresources_pi5%5BreturnPid%5D=304

URL-6 (10.06.2015) Dipl.-Ing.(FH) Paatsch, Thomas: *Schimmel – Schimmelpilze – Schimmelpilzgifte Aspergillus terreus – Informationen über Aspergillus terreus* URL: <http://www.schimmel-schimmelpilze.de/aspergillus-terreus.html>

URL-7 (10.06.2015) Leibniz Institut DSMZ - Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH: *Aspergillus terreus thom* URL: https://www.dsmz.de/de/kataloge/catalogue/culture/DSM-1958.html?tx_dsmzresources_pi5%5BreturnPid%5D=304

URL-8 (10.06.2015) Dipl.-Ing.(FH) Paatsch, Thomas: *Schimmel – Schimmelpilze – Schimmelpilzgifte Aspergillus versicolor* URL: <http://www.schimmel-schimmelpilze.de/aspergillus-versicolor.html>

URL-9 (10.06.2015) Leibniz Institut DSMZ - Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH: *Aspergillus versicolor (Vuillemin) Tiraboschi* URL: https://www.dsmz.de/de/kataloge/catalogue/culture/DSM-1943.html?tx_dsmzresources_pi5%5BreturnPid%5D=304

URL-10 (10.06.2015) Dipl.-Ing.(FH) Paatsch, Thomas: *Schimmel – Schimmelpilze – Schimmelpilzgifte Chaetomium globosum* URL: <http://www.schimmel-schimmelpilze.de/chaetomium-globosum.html>

URL-11 (10.06.2015) Leibniz Institut DSMZ - Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH: *Chaetomium globosum Kunze:Fries* URL: https://www.dsmz.de/de/kataloge/catalogue/culture/DSM-1962.html?tx_dsmzresources_pi5%5BreturnPid%5D=304

URL-12 (10.06.2015) Wikipedia Die freie Enzyklopädie: *Kerosinpilz* URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Kerosinpilz>

URL-13 (10.06.2015) Leibniz Institut DSMZ - Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH: *Hormoconis resinae (Lindau) von Arx & de Vries* URL: https://www.dsmz.de/de/kataloge/catalogue/culture/DSM-63423.html?tx_dsmzresources_pi5%5BreturnPid%5D=304

URL-14 (10.06.2015) Dipl.-Ing.(FH) Paatsch, Thomas: *Schimmel – Schimmelpilze – Schimmelpilzgifte Paecilomyces variotii* URL: <http://www.schimmel-schimmelpilze.de/paecilomyces-variottii.html>

URL-15 (10.06.2015) Leibniz Institut DSMZ - Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH: *Paecilomyces variotii Bainier* URL: https://www.dsmz.de/de/kataloge/catalogue/culture/DSM-1961.html?tx_dsmzresources_pi5%5BreturnPid%5D=304

URL-16 (10.06.2015) Dipl.-Ing.(FH) Paatsch, Thomas: *Schimmel – Schimmelpilze – Schimmelpilzgifte Penicillium funiculosum* URL: <http://www.schimmel-schimmelpilze.de/penicillium-funiculosum.html>

URL-17 (10.06.2015) Leibniz Institut DSMZ - Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH: *Penicillium funiculosum* URL:

https://www.dsmz.de/de/kataloge/catalogue/culture/DSM-1960.html?tx_dsmzresources_pi5%5BreturnPid%5D=304

URL-18 (10.06.2015) Dipl.-Ing.(FH) Paatsch, Thomas: *Schimmel – Schimmelpilze – Schimmelpilzgifte Trichoderma viride* URL: <http://www.schimmel-schimmelpilze.de/trichoderma-viride.html>

URL-19 (10.06.2015) Leibniz Institut DSMZ - Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH: *Trichoderma viride Persoon Fries* URL: https://www.dsmz.de/de/kataloge/catalogue/culture/DSM-63065.html?tx_dsmzresources_pi5%5BreturnPid%5D=304

URL-20 (10.06.2015) JGI MycoCosm THE FUNGAL GENOMICS RESOURCE, *Trichoderma virens* URL: <http://genome.jgi-psf.org/Trive1/Trive1.home.html>

URL-21 (10.06.2015) Leibniz Institut DSMZ - Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH: *Trichoderma virens (Miller et al.) von Arx* URL: https://www.dsmz.de/catalogues/details/culture/DSM-1963.html?tx_dsmzresources_pi5%5BreturnPid%5D=304

URL-22 (10.06.2015) Dipl.-Ing.(FH) Paatsch, Thomas: *Schimmel – Schimmelpilze – Schimmelpilzgifte Penicillium* URL: <http://www.schimmel-schimmelpilze.de/penicillium.html>

URL-23 (10.06.2015) Leibniz Institut DSMZ - Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH: *Penicillium phinophilum* URL: https://www.dsmz.de/catalogues/details/culture/DSM-1944.html?tx_dsmzresources_pi5%5BreturnPid%5D=304

URL-24 (10.06.2015) Dipl.-Ing.(FH) Paatsch, Thomas: *Schimmel – Schimmelpilze – Schimmelpilzgifte Scopulariopsis brevicaulis* URL: <http://www.schimmel-schimmelpilze.de/scopulariopsis-brevicaulis.html>

URL-25 (10.06.2015) Leibniz Institut DSMZ - Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH: *Scopulariopsis brevicaulis* (Saccardo) Bainier URL: https://www.dsmz.de/catalogues/details/culture/DSM-9122.html?tx_dsmzresources_pi5%5BreturnPid%5D=304

URL-26 (23.06.2015) MARIENFELD SUPERIOR: *Neubauer Zählkammer* URL: http://www.marienfeld-superior.com/tl_files/images/Produktfotos/MF_Produktfotos_web/0610010-0610030.jpg

URL-27 (23.06.2015) Wikipedia Die freie Enzyklopädie: *Zählkammer* URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f2/Neubauer_improved_schema.gif/200px-Neubauer_improved_schema.gif

URL-28 (26.08.2015) DIE AKADEMIKER für Führungskräfte: *Nutzwertanalyse* URL: <https://www.die-akademie.de/fuehrungswissen/lexikon/nutzwertanalyse>

URL-29 (26.08.2015) Benson, Lutz; Volkswirtschaftslehre, insbes. Stadt- und Regionalökonomie: *Bewertungsmethoden* URL: https://www.uni-trier.de/fileadmin/fb4/prof/VWL/SUR/Lehre/WS0203/uebung-sroe/folien/Folien_13-02-03.pdf

URL-30 (26.08.2015) Stanetzki, Jan: *Nutzwertanalyse* URL: <http://www.unternehmerlexikon.de/nutzwertanalyse/>

URL-31 (30.08.2015) www.Lederpedia.de contribution (c) idea of S. Banaszak RT: *Neutralisation Einleitung* URL: http://www.lederpedia.de/lederherstellung/neutralisation_einleitung

URL-32 (01.09.2015) © BRAND GMBH + CO KG: *Zählkammern* URL: http://www.brand.de/fileadmin/user/pdf/GK900/Zaehlkkammern/GK900_05_Clinical_Lab_Zaehlkkammern_d.pdf


URL-33 (02.09.2015) Brüser, Christian Deutschlandradio © 2009-201: *Haltbar, sexy und für den Export*: URL: http://www.deutschlandradiokultur.de/gerbereien-haltbar-sexy-und-fuer-den-export.979.de.html?dram:article_id=278983


URL-34 (02.09.2015) Market and Policy Analyses of Raw Materials, Horticulture and Tropical Products Team: *World Statistical Compendium for raw hides and skins, leather and leather footwear 1993-2012*, URL: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Hides_Skins/Documents/COMPENDIUM2013.pdf

URL-35 (02.09.2015) Verband der Deutschen Lederindustrie e. V.: *Informationen zur Lederbranche* URL: <http://vdl-web.de/leder-infos/>

Anhang

Anhang I: Auswertungstabelle Lederproben V1/V2 und Leder-Halbfabrikate des Tropical Chamber-Tests

 Bewuchs $\leq 5\%$, bestanden

 Bewuchs $> 5\%$, nicht bestanden

➤ Leder-Halbfabrikate nach 7 Tagen

Tabelle 9: Quantifizierung des Schimmelpilzwachstums

Beschreibung	Bewuchs
Kein Wachstum	0 %
Geringes Wachstum	$< 20 \%$
Mittleres Wachstum	20 – 50 %
Mittelstarkes Wachstum	50 – 70 %
Starkes Wachstum	$> 70 \%$

Tabelle 10: Prozentualer Bewuchs der Halbfabrikate nach 7 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil

Proben-Nr.	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein	Proben-Nr.	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein
1	Narbe	0 %	ja	10	Narbe	0 %	ja
1	Fleisch	0 %	ja	10	Fleisch	0 %	ja
1-2	Narbe	0 %	ja	10-2	Narbe	0 %	ja
1-2	Fleisch	0 %	ja	10-2	Fleisch	0 %	ja
2	Narbe	0 %	ja	11	Narbe	0 %	ja
2	Fleisch	0 %	ja	11	Fleisch	0 %	ja
2-2	Narbe	0 %	ja	11-2	Narbe	0 %	ja
2-2	Fleisch	0 %	ja	11-2	Fleisch	0 %	ja
3	Narbe	0 %	ja	12	Narbe	0 %	ja

Anhang

3	Fleisch	0 %	ja	12	Fleisch	0 %	ja
3-2	Narbe	0 %	ja	12-2	Narbe	0 %	ja
3-2	Fleisch	0 %	ja	12-2	Fleisch	0 %	ja
4	Narbe	0 %	ja	13	Narbe	0 %	ja
4	Fleisch	0 %	ja	13	Fleisch	0 %	ja
4-2	Narbe	0 %	ja	13-2	Narbe	0 %	ja
4-2	Fleisch	0 %	ja	13-2	Fleisch	0 %	ja
5	Narbe	0 %	ja	14	Narbe	0 %	ja
5	Fleisch	0 %	ja	14	Fleisch	0 %	ja
5-2	Narbe	0 %	ja	14-2	Narbe	0 %	ja
5-2	Fleisch	0 %	ja	14-2	Fleisch	0 %	ja
6	Narbe	0 %	ja	15	Narbe	0 %	ja
6	Fleisch	0 %	ja	15	Fleisch	0 %	ja
6-2	Narbe	0 %	ja	15-2	Narbe	0 %	ja
6-2	Fleisch	0 %	ja	15-2	Fleisch	0 %	ja
7	Narbe	0 %	ja	16	Narbe	0 %	ja
7	Fleisch	0 %	ja	16	Fleisch	0 %	ja
7-2	Narbe	0 %	ja	16-2	Narbe	0 %	ja
7-2	Fleisch	0 %	ja	16-2	Fleisch	0 %	ja
8	Narbe	0 %	ja	17	Narbe	0 %	ja
8	Fleisch	0 %	ja	17	Fleisch	0 %	ja
8-2	Narbe	0 %	ja	17-2	Narbe	0 %	ja
8-2	Fleisch	0 %	ja	17-2	Fleisch	0 %	ja
9	Narbe	0 %	ja	18	Narbe	0 %	ja
9	Fleisch	0 %	ja	18	Fleisch	0 %	ja
9-2	Narbe	0 %	ja	18-2	Narbe	0 %	ja
9-2	Fleisch	0 %	ja	18-2	Fleisch	0 %	ja

Anhang

➤ Lederfabrikate nach 7 Tagen

Tabelle 11: Prozentualer Bewuchs der Lederproben nach 7 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil

Probe	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein	Probe	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein
V1-1	Narbe	0 %	ja	V2-1	Narbe	3 %	ja
V1-1	Fleisch	0 %	ja	V2-1	Fleisch	0 %	ja
V1-1-2	Narbe	3 %	ja	V2-1-2	Narbe	3 %	ja
V1-1-2	Fleisch	0 %	ja	V2-1-2	Fleisch	0 %	ja
V1-2	Narbe	0 %	ja	V2-2	Narbe	0 %	ja
V1-2	Fleisch	0 %	ja	V2-2	Fleisch	0 %	ja
V1-2-2	Narbe	7 %	nein	V2-2-2	Narbe	0 %	ja
V1-2-2	Fleisch	0 %	ja	V2-2-2	Fleisch	0 %	ja
V1-3	Narbe	25 %	nein	V2-3	Narbe	0 %	ja
V1-3	Fleisch	0 %	ja	V2-3	Fleisch	0 %	ja
V1-3-2	Narbe	0 %	ja	V2-3-2	Narbe	0 %	ja
V1-3-2	Fleisch	0 %	ja	V2-3-2	Fleisch	0 %	ja
V1-4	Narbe	0 %	ja	V2-4	Narbe	0 %	ja
V1-4	Fleisch	0 %	ja	V2-4	Fleisch	0 %	ja
V1-4-2	Narbe	0 %	ja	V2-4-2	Narbe	0 %	ja
V1-4-2	Fleisch	0 %	ja	V2-4-2	Fleisch	0 %	ja

Anhang

➤ Leder-Halbfabrikate nach 14 Tagen

Tabelle 12: Prozentualer Bewuchs der Proben der Halbfabrikate nach 14 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil

Proben-Nr.	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein	Proben-Nr.	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein
1	Narbe	0 %	ja	10	Narbe	0 %	ja
1	Fleisch	0 %	ja	10	Fleisch	0 %	ja
1-2	Narbe	0 %	ja	10-2	Narbe	0 %	ja
1-2	Fleisch	0 %	ja	10-2	Fleisch	0 %	ja
2	Narbe	0 %	ja	11	Narbe	0 %	ja
2	Fleisch	0 %	ja	11	Fleisch	0 %	ja
2-2	Narbe	0 %	ja	11-2	Narbe	0 %	ja
2-2	Fleisch	0 %	ja	11-2	Fleisch	0 %	ja
3	Narbe	0 %	ja	12	Narbe	0 %	ja
3	Fleisch	0 %	ja	12	Fleisch	0 %	ja
3-2	Narbe	0 %	ja	12-2	Narbe	0 %	ja
3-2	Fleisch	0 %	ja	12-2	Fleisch	0 %	ja
4	Narbe	0 %	ja	13	Narbe	0 %	ja
4	Fleisch	0 %	ja	13	Fleisch	0 %	ja
4-2	Narbe	0 %	ja	13-2	Narbe	0 %	ja
4-2	Fleisch	0 %	ja	13-2	Fleisch	0 %	ja
5	Narbe	0 %	ja	14	Narbe	0 %	ja
5	Fleisch	0 %	ja	14	Fleisch	0 %	ja
5-2	Narbe	0 %	ja	14-2	Narbe	0 %	ja
5-2	Fleisch	0 %	ja	14-2	Fleisch	0 %	ja
6	Narbe	0 %	ja	15	Narbe	0 %	ja
6	Fleisch	0 %	ja	15	Fleisch	0 %	ja
6-2	Narbe	0 %	ja	15-2	Narbe	0 %	ja
6-2	Fleisch	0 %	ja	15-2	Fleisch	0 %	ja

Anhang

7	Narbe	0 %	ja	16	Narbe	0 %	ja
7	Fleisch	0 %	ja	16	Fleisch	0 %	ja
7-2	Narbe	0 %	ja	16-2	Narbe	0 %	ja
7-2	Fleisch	0 %	ja	16-2	Fleisch	0 %	ja
8	Narbe	0 %	ja	17	Narbe	0 %	ja
8	Fleisch	0 %	ja	17	Fleisch	0 %	ja
8-2	Narbe	0 %	ja	17-2	Narbe	0 %	ja
8-2	Fleisch	0 %	ja	17-2	Fleisch	0 %	ja
9	Narbe	1,5 %	ja	18	Narbe	0 %	ja
9	Fleisch	1,5 %	ja	18	Fleisch	0 %	ja
9-2	Narbe	0 %	ja	18-2	Narbe	0 %	ja
9-2	Fleisch	0 %	ja	18-2	Fleisch	0 %	ja

➤ Lederfabrikate nach 14 Tagen

Tabelle 13: Prozentualer Bewuchs der Lederproben nach 14 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil

Probe	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein	Probe	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein
V1-1	Narbe	20 %	nein	V2-1	Narbe	60 %	nein
V1-1	Fleisch	15 %	nein	V2-1	Fleisch	90 %	nein
V1-1-2	Narbe	70 %	nein	V2-1-2	Narbe	80 %	nein
V1-1-2	Fleisch	70 %	nein	V2-1-2	Fleisch	90 %	nein
V1-2	Narbe	70 %	nein	V2-2	Narbe	50 %	nein
V1-2	Fleisch	40 %	nein	V2-2	Fleisch	80 %	nein
V1-2-2	Narbe	90 %	nein	V2-2-2	Narbe	30 %	nein
V1-2-2	Fleisch	90 %	nein	V2-2-2	Fleisch	50 %	nein
V1-3	Narbe	50 %	nein	V2-3	Narbe	50 %	nein
V1-3	Fleisch	70 %	nein	V2-3	Fleisch	90 %	nein
V1-3-2	Narbe	50 %	nein	V2-3-2	Narbe	50 %	nein

V1-3-2	Fleisch	90 %	nein	V2-3-2	Fleisch	90 %	nein
V1-4	Narbe	4 %	ja	V2-4	Narbe	0 %	ja
V1-4	Fleisch	0 %	ja	V2-4	Fleisch	0 %	ja
V1-4-2	Narbe	0 %	ja	V2-4-2	Narbe	0 %	ja
V1-4-2	Fleisch	0 %	ja	V2-4-2	Fleisch	0 %	ja

➤ Leder-Halbfabrikate nach 21 Tagen

Tabelle 14: Prozentualer Bewuchs der Halbfabrikate nach 21 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil

Proben-Nr.	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein	Proben-Nr.	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein
1	Narbe	0 %	ja	10	Narbe	0 %	ja
1	Fleisch	0 %	ja	10	Fleisch	0 %	ja
1-2	Narbe	0 %	ja	10-2	Narbe	0 %	ja
1-2	Fleisch	0 %	ja	10-2	Fleisch	0 %	ja
2	Narbe	0 %	ja	11	Narbe	0 %	ja
2	Fleisch	0 %	ja	11	Fleisch	0 %	ja
2-2	Narbe	0 %	ja	11-2	Narbe	0 %	ja
2-2	Fleisch	0 %	ja	11-2	Fleisch	0 %	ja
3	Narbe	0 %	ja	12	Narbe	0 %	ja
3	Fleisch	0 %	ja	12	Fleisch	0 %	ja
3-2	Narbe	0 %	ja	12-2	Narbe	0 %	ja
3-2	Fleisch	0 %	ja	12-2	Fleisch	0 %	ja
4	Narbe	0 %	ja	13	Narbe	0 %	ja
4	Fleisch	0 %	ja	13	Fleisch	0 %	ja
4-2	Narbe	0 %	ja	13-2	Narbe	0 %	ja
4-2	Fleisch	0 %	ja	13-2	Fleisch	0 %	ja
5	Narbe	0 %	ja	14	Narbe	0 %	ja
5	Fleisch	0 %	ja	14	Fleisch	0 %	ja

Anhang

5-2	Narbe	0 %	ja	14-2	Narbe	0 %	ja
5-2	Fleisch	0 %	ja	14-2	Fleisch	0 %	ja
6	Narbe	0 %	ja	15	Narbe	0 %	ja
6	Fleisch	0 %	ja	15	Fleisch	0 %	ja
6-2	Narbe	0 %	ja	15-2	Narbe	0 %	ja
6-2	Fleisch	0 %	ja	15-2	Fleisch	0 %	ja
7	Narbe	0 %	ja	16	Narbe	0 %	ja
7	Fleisch	0 %	ja	16	Fleisch	0 %	ja
7-2	Narbe	0 %	ja	16-2	Narbe	0 %	ja
7-2	Fleisch	0 %	ja	16-2	Fleisch	0 %	ja
8	Narbe	0 %	ja	17	Narbe	0 %	ja
8	Fleisch	0 %	ja	17	Fleisch	0 %	ja
8-2	Narbe	0 %	ja	17-2	Narbe	0 %	ja
8-2	Fleisch	0 %	ja	17-2	Fleisch	0 %	ja
9	Narbe	5 %	ja	18	Narbe	0 %	ja
9	Fleisch	4 %	ja	18	Fleisch	0 %	ja
9-2	Narbe	4 %	ja	18-2	Narbe	0 %	ja
9-2	Fleisch	2,5 %	ja	18-2	Fleisch	0 %	ja

Anhang

➤ Lederfabrikate nach 21 Tagen

Tabelle 15: Prozentualer Bewuchs der Lederproben nach 21 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil

Probe	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein	Probe	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein
V1-1	Narbe	90 %	nein	V2-1	Narbe	90 %	nein
V1-1	Fleisch	100 %	nein	V2-1	Fleisch	100 %	nein
V1-1-2	Narbe	80 %	nein	V2-1-2	Narbe	100 %	nein
V1-1-2	Fleisch	90 %	nein	V2-1-2	Fleisch	100 %	nein
V1-2	Narbe	90 %	nein	V2-2	Narbe	70 %	nein
V1-2	Fleisch	100 %	nein	V2-2	Fleisch	100 %	nein
V1-2-2	Narbe	100 %	nein	V2-2-2	Narbe	40 %	nein
V1-2-2	Fleisch	80 %	nein	V2-2-2	Fleisch	100 %	nein
V1-3	Narbe	80 %	nein	V2-3	Narbe	70 %	nein
V1-3	Fleisch	90 %	nein	V2-3	Fleisch	100 %	nein
V1-3-2	Narbe	70 %	nein	V2-3-2	Narbe	100 %	nein
V1-3-2	Fleisch	100 %	nein	V2-3-2	Fleisch	100 %	nein
V1-4	Narbe	20 %	nein	V2-4	Narbe	5 %	ja
V1-4	Fleisch	10 %	nein	V2-4	Fleisch	20 %	nein
V1-4-2	Narbe	25 %	nein	V2-4-2	Narbe	20 %	nein
V1-4-2	Fleisch	20 %	nein	V2-4-2	Fleisch	40 %	nein

➤ Leder-Halbfabrikate nach 28 Tagen

Tabelle 16: Prozentualer Bewuchs der Halbfabrikate nach 28 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil

Proben-Nr.	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein	Proben-Nr.	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein
1	Narbe	0 %	ja	10	Narbe	0 %	ja
1	Fleisch	0 %	ja	10	Fleisch	0 %	ja
1-2	Narbe	0 %	ja	10-2	Narbe	0 %	ja
1-2	Fleisch	0 %	ja	10-2	Fleisch	0 %	ja
2	Narbe	0 %	ja	11	Narbe	0 %	ja
2	Fleisch	0 %	ja	11	Fleisch	0 %	ja
2-2	Narbe	0 %	ja	11-2	Narbe	0 %	ja
2-2	Fleisch	0 %	ja	11-2	Fleisch	0 %	ja
3	Narbe	0 %	ja	12	Narbe	0 %	ja
3	Fleisch	0 %	ja	12	Fleisch	0 %	ja
3-2	Narbe	0 %	ja	12-2	Narbe	0 %	ja
3-2	Fleisch	0 %	ja	12-2	Fleisch	0 %	ja
4	Narbe	0 %	ja	13	Narbe	0 %	ja
4	Fleisch	0 %	ja	13	Fleisch	0 %	ja
4-2	Narbe	0 %	ja	13-2	Narbe	0 %	ja
4-2	Fleisch	0 %	ja	13-2	Fleisch	0 %	ja
5	Narbe	0 %	ja	14	Narbe	0 %	ja
5	Fleisch	0 %	ja	14	Fleisch	0 %	ja
5-2	Narbe	0 %	ja	14-2	Narbe	0 %	ja
5-2	Fleisch	0 %	ja	14-2	Fleisch	0 %	ja
6	Narbe	0 %	ja	15	Narbe	0 %	ja
6	Fleisch	0 %	ja	15	Fleisch	0 %	ja
6-2	Narbe	0 %	ja	15-2	Narbe	0 %	ja
6-2	Fleisch	0 %	ja	15-2	Fleisch	0 %	ja

Anhang

7	Narbe	0 %	ja	16	Narbe	0 %	ja
7	Fleisch	0 %	ja	16	Fleisch	0 %	ja
7-2	Narbe	0 %	ja	16-2	Narbe	0 %	ja
7-2	Fleisch	0 %	ja	16-2	Fleisch	0 %	ja
8	Narbe	0 %	ja	17	Narbe	0 %	ja
8	Fleisch	0 %	ja	17	Fleisch	0 %	ja
8-2	Narbe	0 %	ja	17-2	Narbe	0 %	ja
8-2	Fleisch	0 %	ja	17-2	Fleisch	0 %	ja
9	Narbe	14 %	nein	18	Narbe	0 %	ja
9	Fleisch	9 %	nein	18	Fleisch	0 %	ja
9-2	Narbe	26 %	nein	18-2	Narbe	0 %	ja
9-2	Fleisch	12 %	nein	18-2	Fleisch	0 %	ja

➤ Lederfabrikate nach 28 Tagen

Tabelle 17: Prozentualer Bewuchs der Lederproben nach 28 Tagen mit der jeweiligen Proben-Nr., Hautseite und Testurteil

Probe	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein	Probe	Haut-seite	Bewuchs	Bestanden ja/nein
V1-1	Narbe	100 %	nein	V2-1	Narbe	100 %	nein
V1-1	Fleisch	100 %	nein	V2-1	Fleisch	100 %	nein
V1-1-2	Narbe	100 %	nein	V2-1-2	Narbe	100 %	nein
V1-1-2	Fleisch	100 %	nein	V2-1-2	Fleisch	100 %	nein
V1-2	Narbe	100 %	nein	V2-2	Narbe	80 %	nein
V1-2	Fleisch	100 %	nein	V2-2	Fleisch	100 %	nein
V1-2-2	Narbe	100 %	nein	V2-2-2	Narbe	80 %	nein
V1-2-2	Fleisch	100 %	nein	V2-2-2	Fleisch	100 %	nein
V1-3	Narbe	90 %	nein	V2-3	Narbe	95 %	nein
V1-3	Fleisch	100 %	nein	V2-3	Fleisch	100 %	nein
V1-3-2	Narbe	90 %	nein	V2-3-2	Narbe	100 %	nein

Anhang

V1-3-2	Fleisch	100 %	nein	V2-3-2	Fleisch	100 %	nein
V1-4	Narbe	60 %	nein	V2-4	Narbe	40 %	nein
V1-4	Fleisch	70 %	nein	V2-4	Fleisch	70 %	nein
V1-4-2	Narbe	30 %	nein	V2-4-2	Narbe	70 %	nein
V1-4-2	Fleisch	50 %	nein	V2-4-2	Fleisch	90 %	nein

Anhang

Anhang II: Halbfabrikate Tropical Chamber-Test

Probe 1 (637 FH 958 Acticide WB 4A)

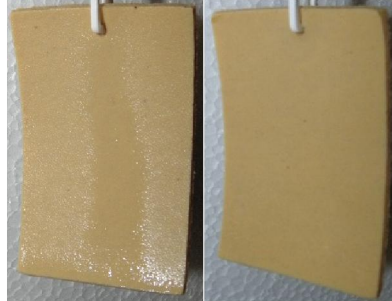
Ausgangszustand Narbenseite



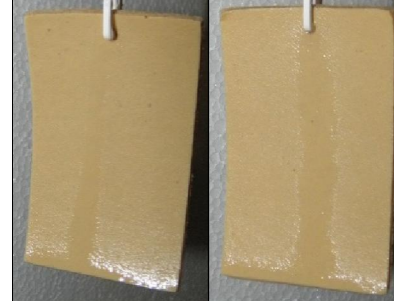
7 Tage



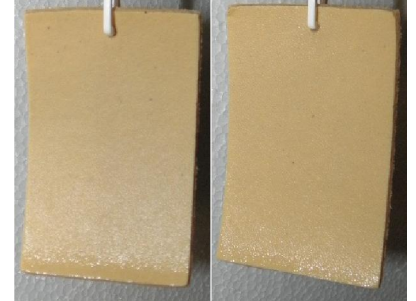
14 Tage



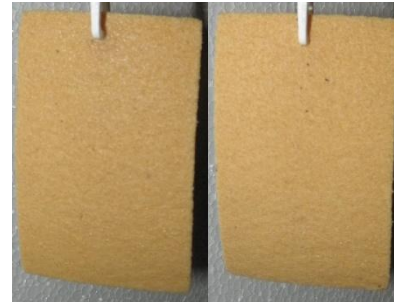
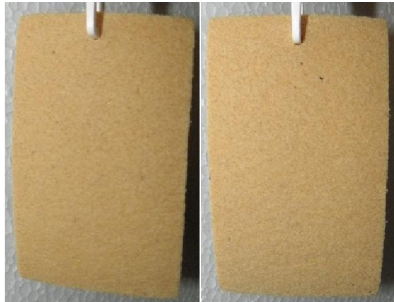
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



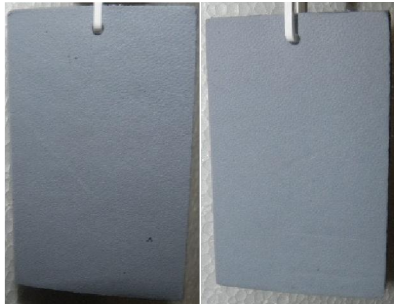
Anhang

Probe 2 (628 M 957 Acticide WB 4 A)

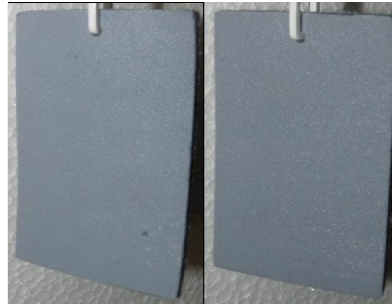
Ausgangszustand Narbenseite



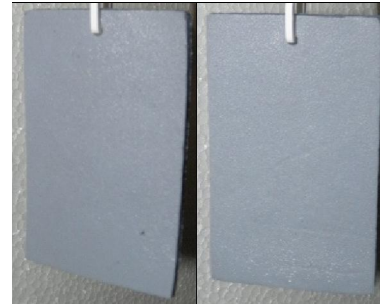
7 Tage



14 Tage



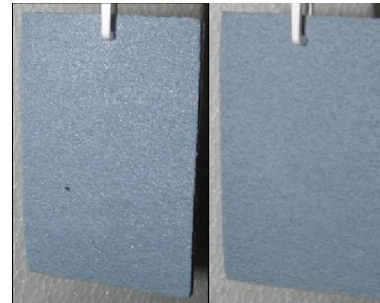
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



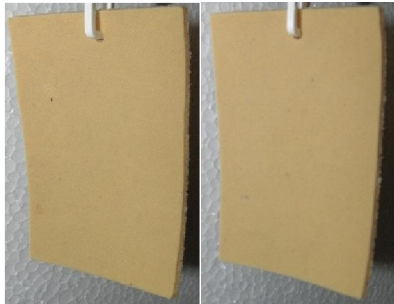
Anhang

Probe 3 (637 F5 950 Acticide WB 920)

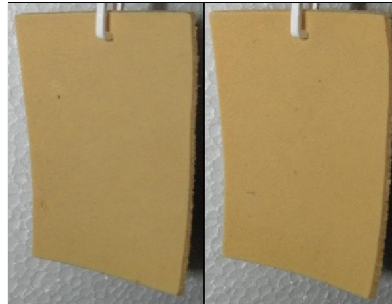
Ausgangszustand Narbenseite



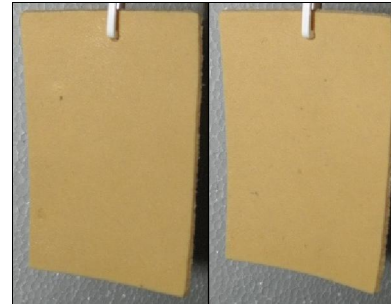
7 Tage



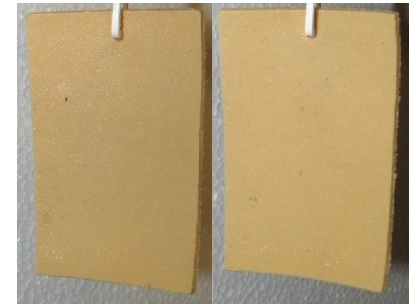
14 Tage



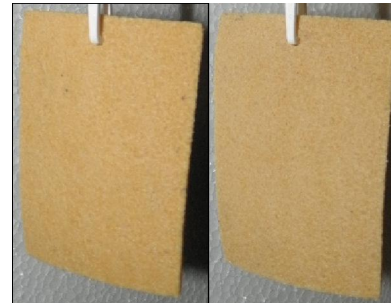
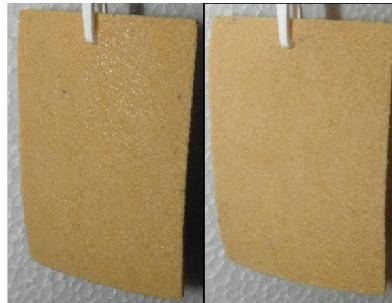
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



Anhang

Probe 4 (628 Z5 947 Acticide WB 920)

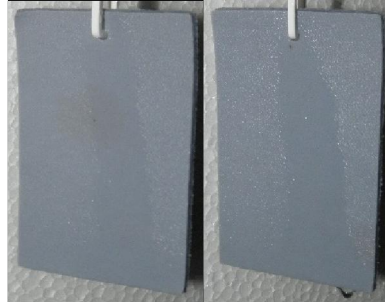
Ausgangszustand Narbenseite



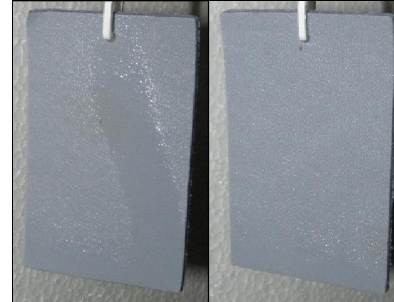
7 Tage



14 Tage



21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



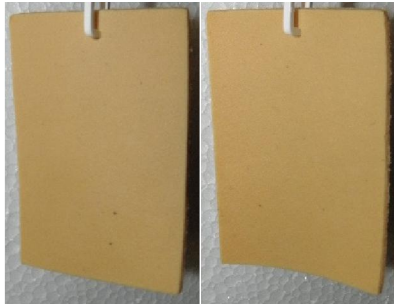
Anhang

Probe 5 (633 F7 951 Afrotin CRO)

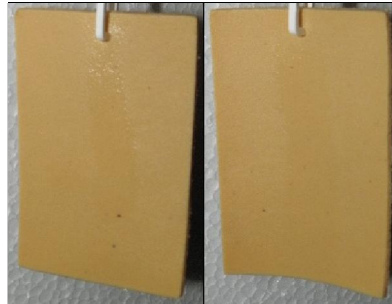
Ausgangszustand Narbenseite



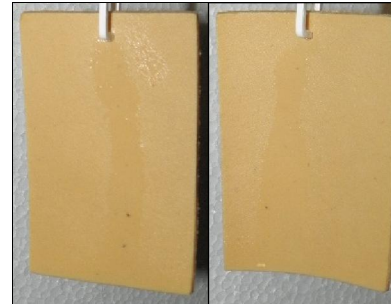
7 Tage



14 Tage



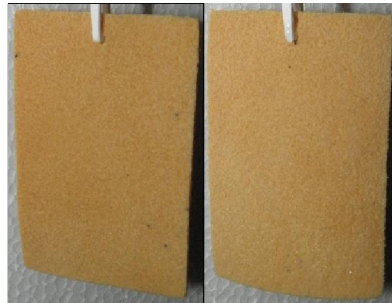
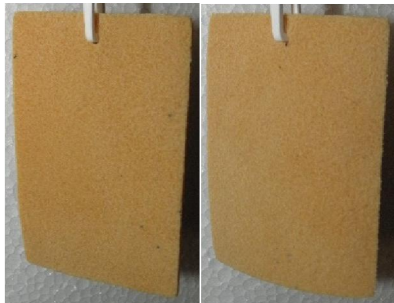
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



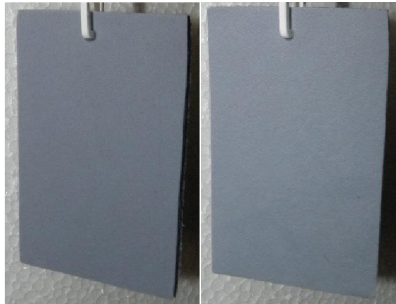
Anhang

Probe 6 (610 M7 949 Afrotin CRO)

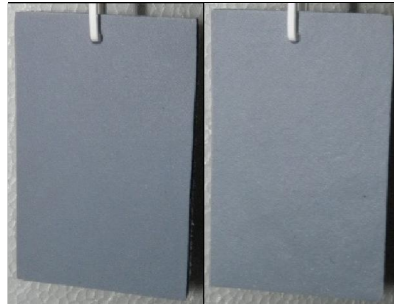
Ausgangszustand Narbenseite



7 Tage



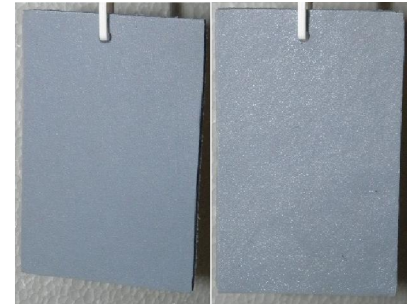
14 Tage



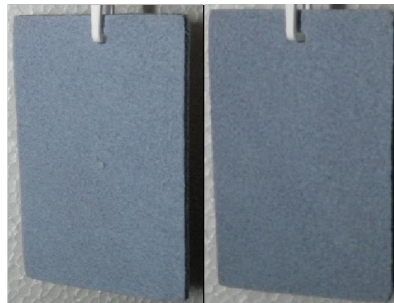
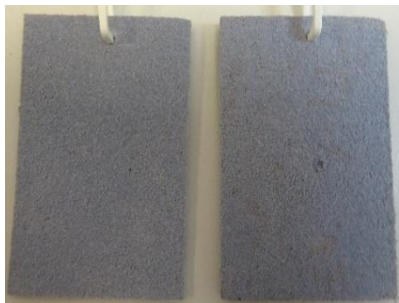
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



Anhang

Probe 7 (627 F9 953 Butrol 30 WB)

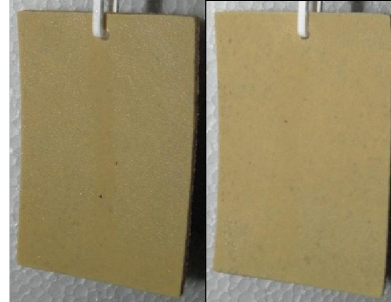
Ausgangszustand Narbenseite



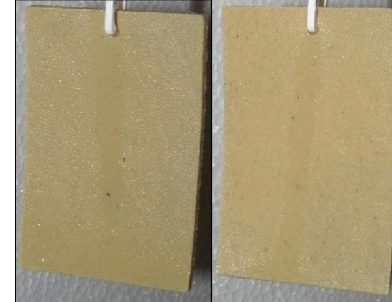
7 Tage



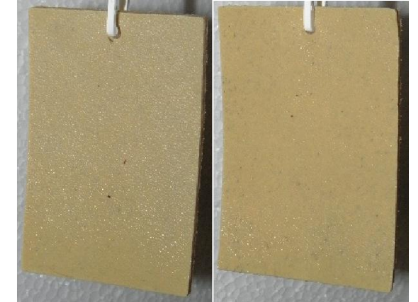
14 Tage



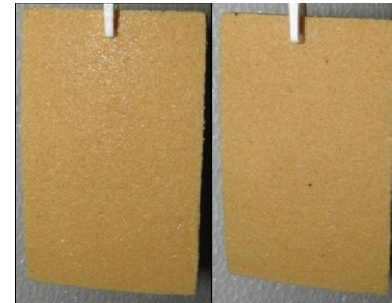
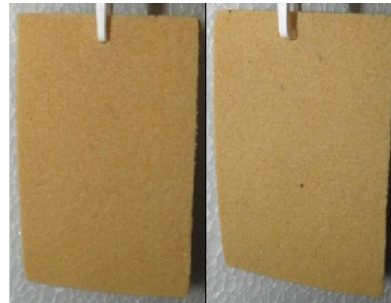
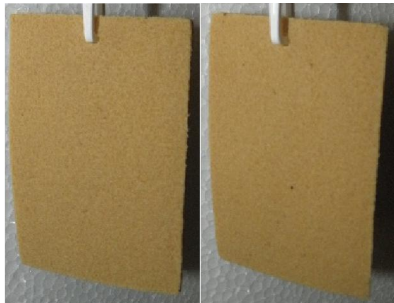
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



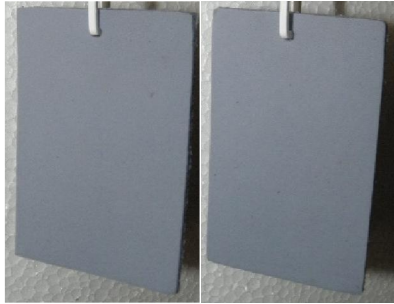
Anhang

Probe 8 (628 Z9 952 Butrol 30 WB)

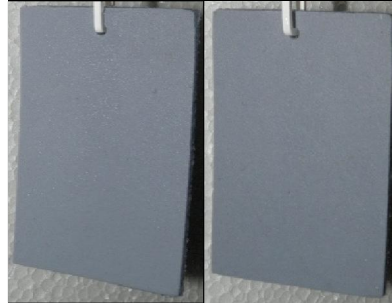
Ausgangszustand Narbenseite



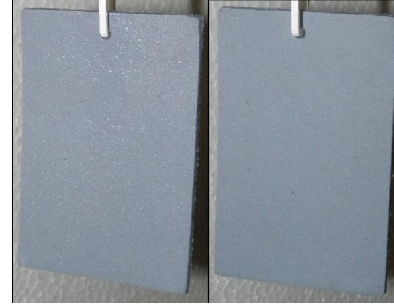
7 Tage



14 Tage



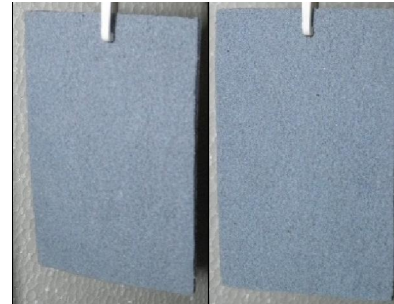
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



Anhang

Probe 9 (637 F2 945 Mollescal FUN)

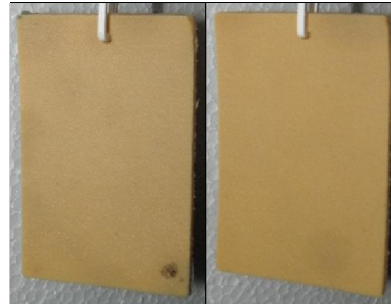
Ausgangszustand Narbenseite



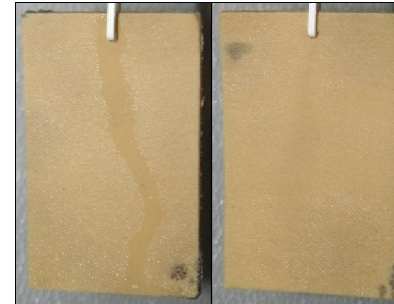
7 Tage



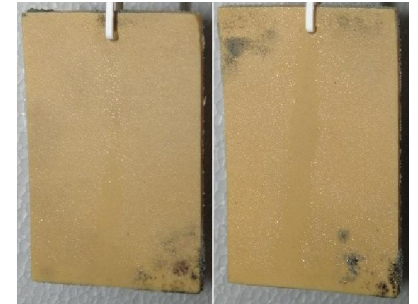
14 Tage



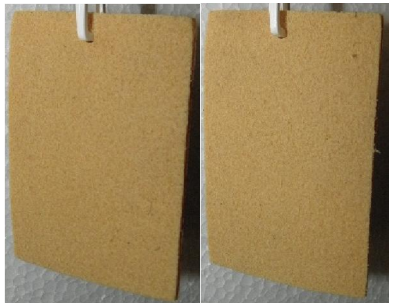
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



Anhang

Probe 10 (604 P3 946 Mollescal FUN)

Ausgangszustand Narbenseite



7 Tage



14 Tage



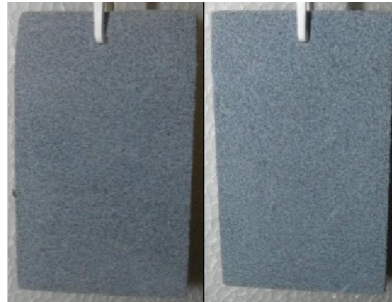
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



Anhang

Probe 11 (637 F1 945 Preventol TP LXS30050)

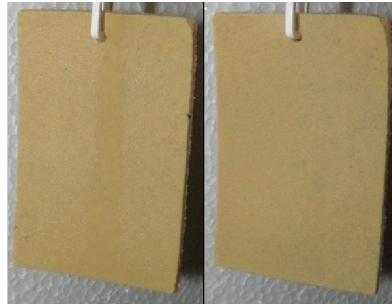
Ausgangszustand Narbenseite



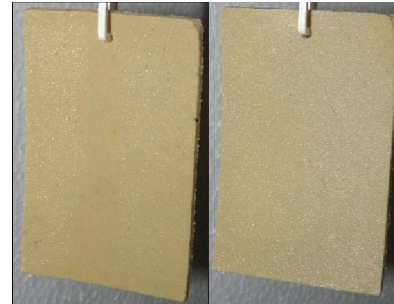
7 Tage



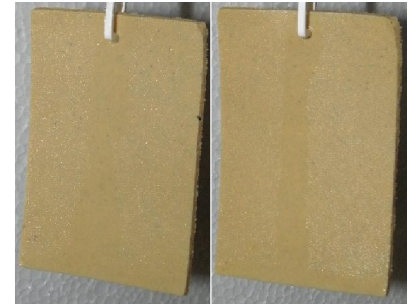
14 Tage



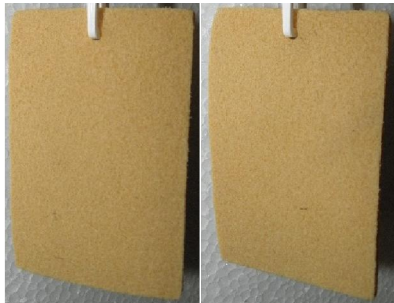
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



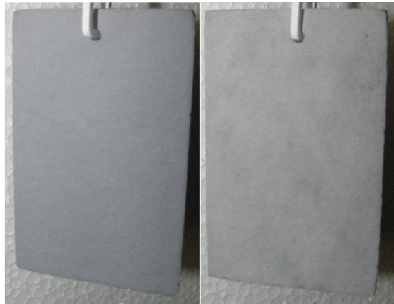
Anhang

Probe 12 (604 P4 946 Preventol TP LXS30050)

Ausgangszustand Narbenseite



7 Tage



14 Tage



21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



Anhang

Probe 13 (633 F6 952 Preventol CR plus L-N)

Ausgangszustand Narbenseite



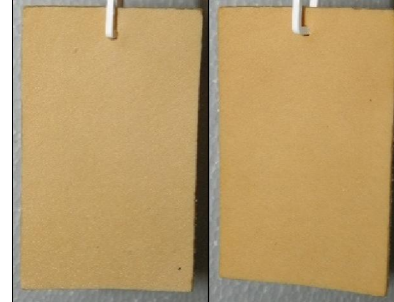
7 Tage



14 Tage



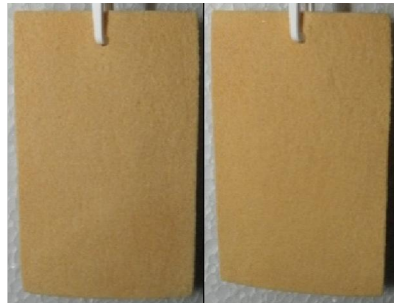
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



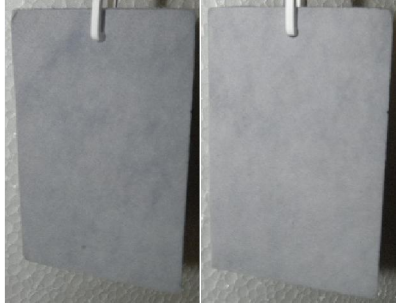
Anhang

Probe 14 (628 Z6 948 Preventol CR plus L-N)

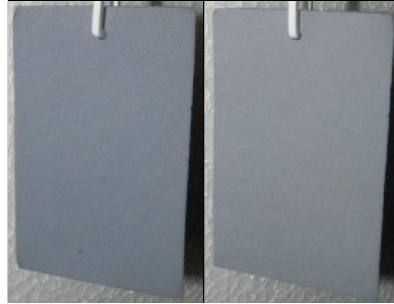
Ausgangszustand Narbenseite



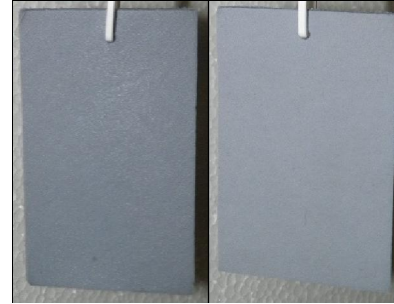
7 Tage



14 Tage



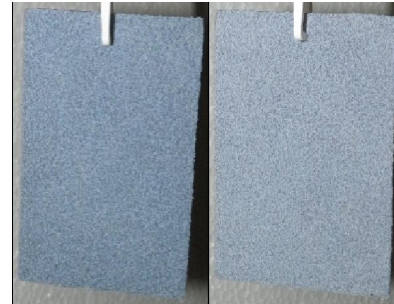
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



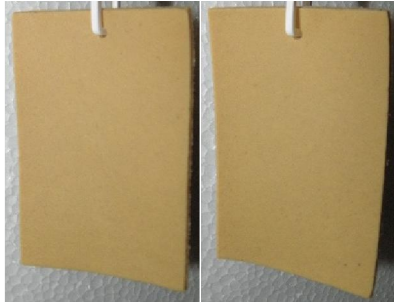
Anhang

Probe 15 (637 F8 950 Truposept FC)

Ausgangszustand Narbenseite



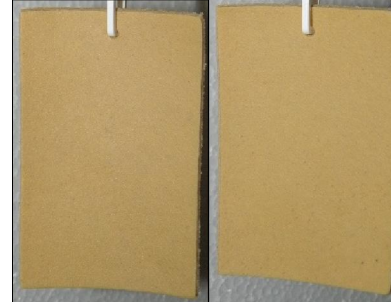
7 Tage



14 Tage



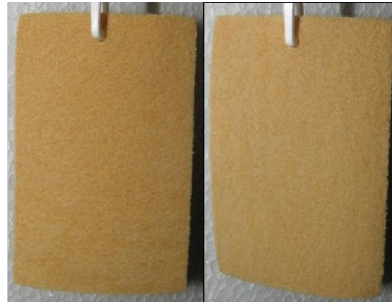
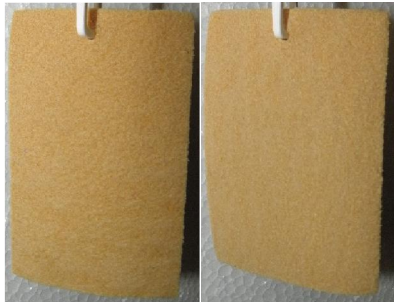
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



Anhang

Probe 16 (636 P6 955 Truposept FC)

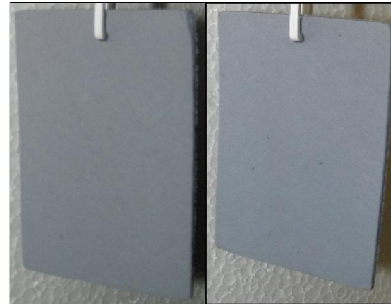
Ausgangszustand Narbenseite



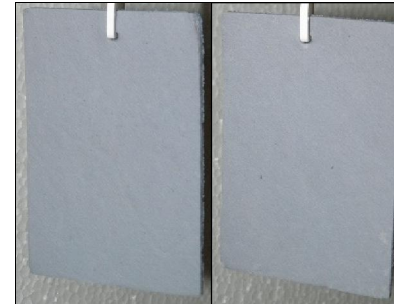
7 Tage



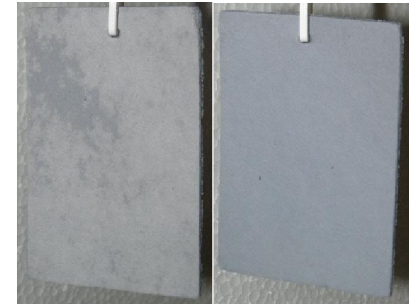
14 Tage



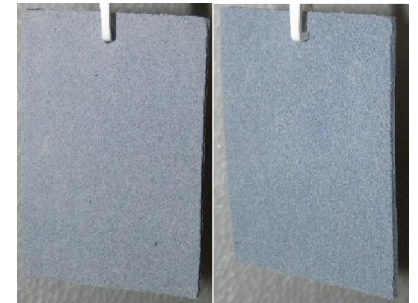
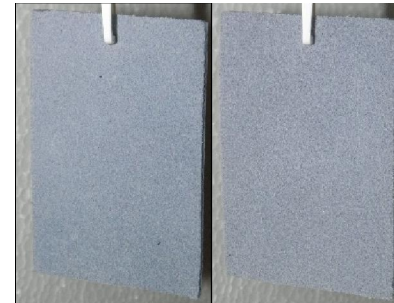
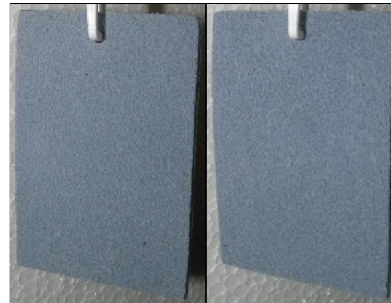
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



Anhang

Probe 17 (613 F3 954 Zenith 399)

Ausgangszustand Narbenseite



7 Tage



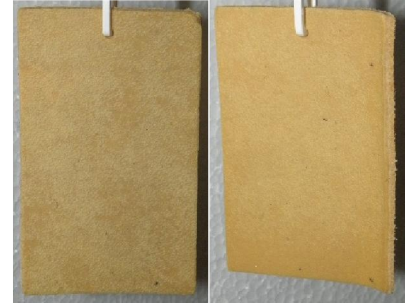
14 Tage



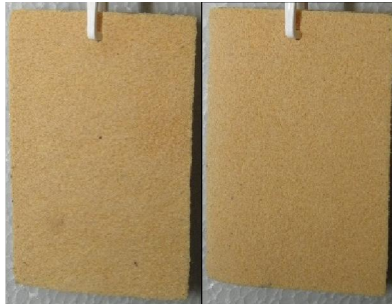
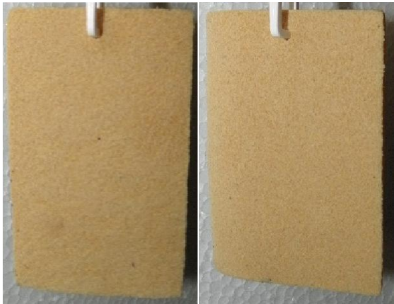
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



Anhang

Probe 18 (636 P5 955 Zenith 399)

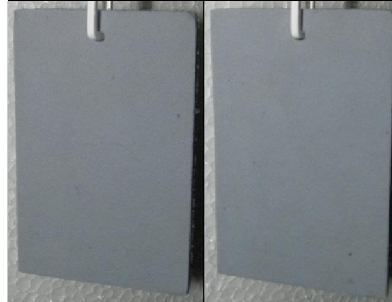
Ausgangszustand Narbenseite



7 Tage



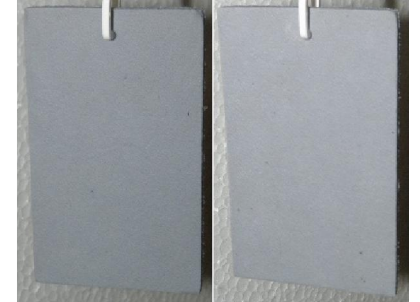
14 Tage



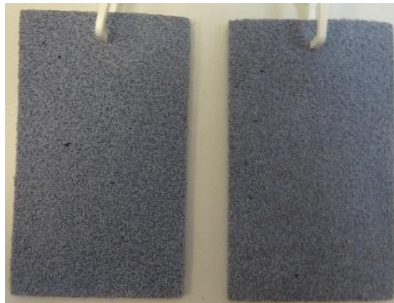
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



Anhang

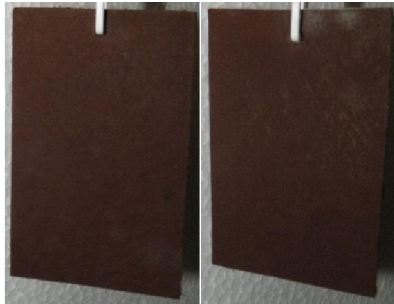
Anhang III: Lederproben Tropical Chamber-Test

Probe V1-1 (Mortanol30 Konzentration 0 %)

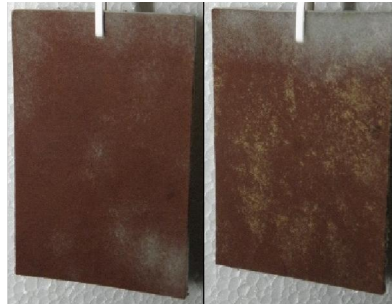
Ausgangszustand Narbenseite



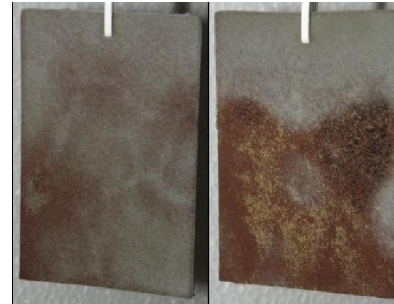
7 Tage



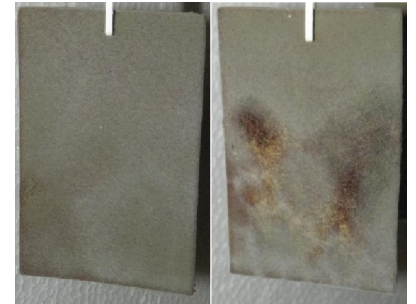
14 Tage



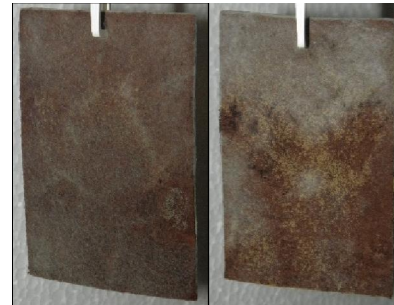
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



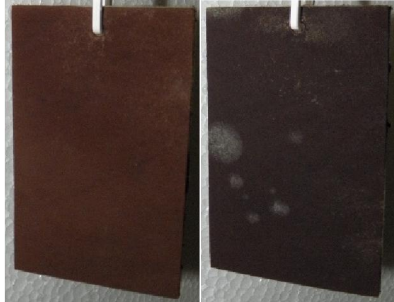
Anhang

Probe V1-2: (Mortanol30 Konzentration 0,015 %)

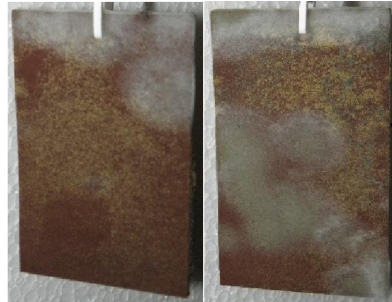
Ausgangszustand Narbenseite



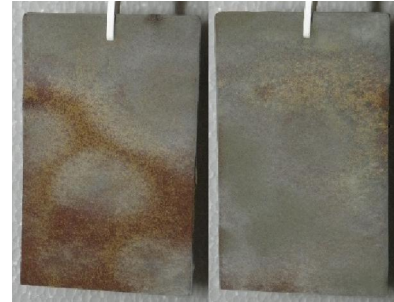
7 Tage



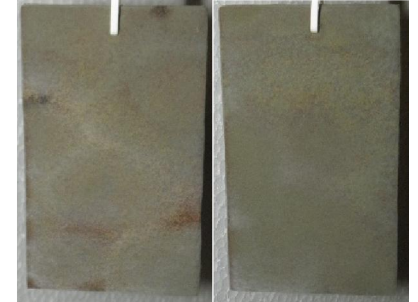
14 Tage



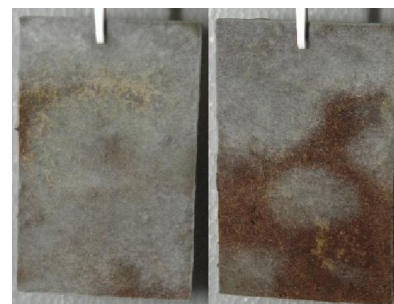
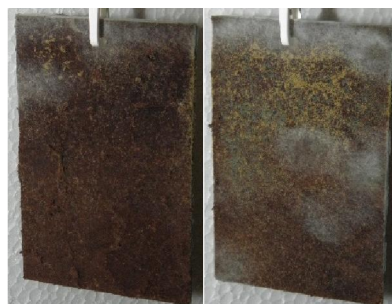
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



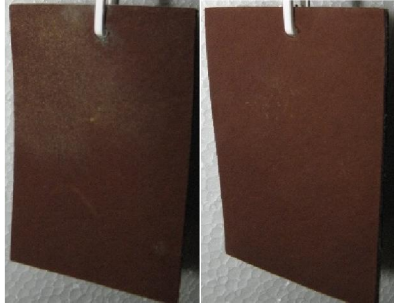
Anhang

Probe V1-3 (Mortanol30 Konzentration 0,03 %)

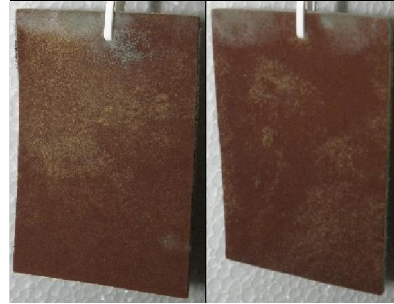
Ausgangszustand Narbenseite



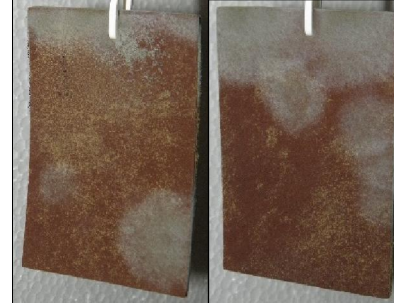
7 Tage



14 Tage



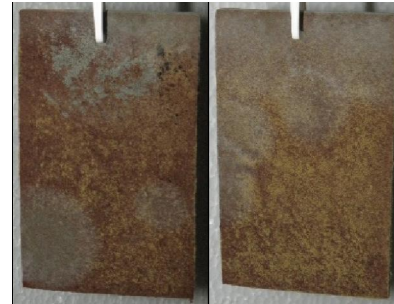
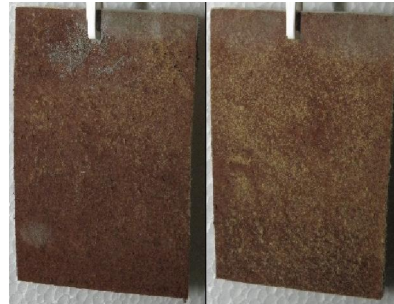
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



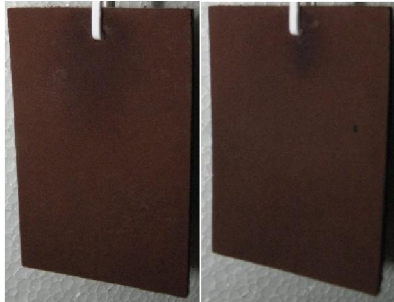
Anhang

Probe V1-4 (Mortanol30 Konzentration 0,35 %)

Ausgangszustand Narbenseite



7 Tage



14 Tage



21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



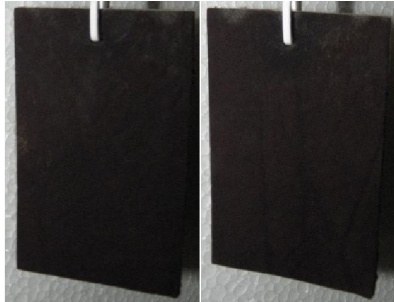
Anhang

Probe V2-1 (Mortanol30 Konzentration 0 %)

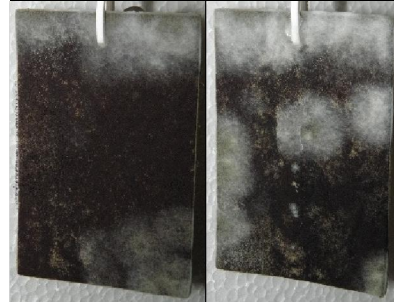
Ausgangszustand Narbenseite



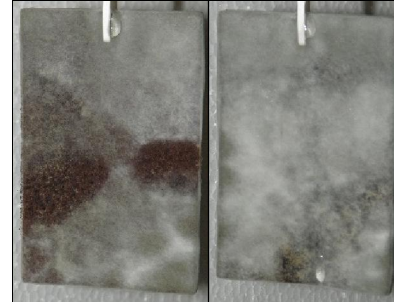
7 Tage



14 Tage



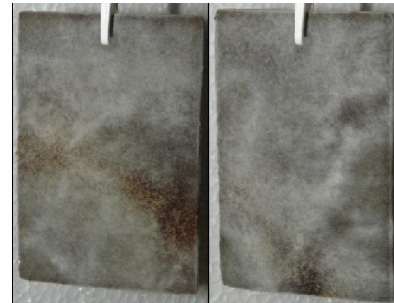
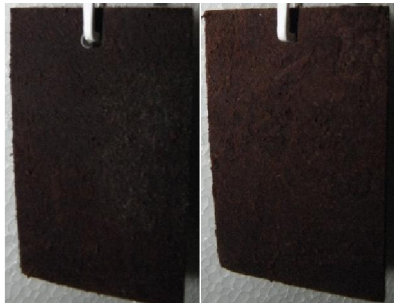
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



Anhang

Probe V2-2 (Mortanol30 Konzentration 0,1 %)

Ausgangszustand Narbenseite



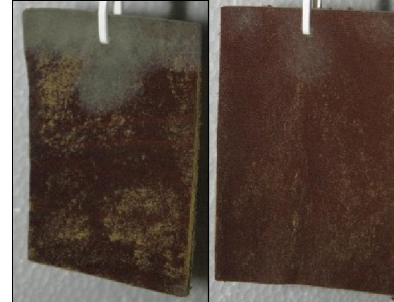
7 Tage



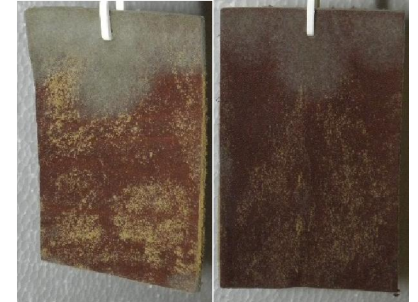
14 Tage



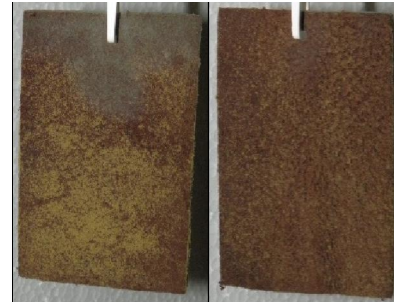
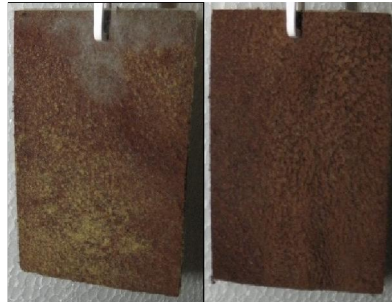
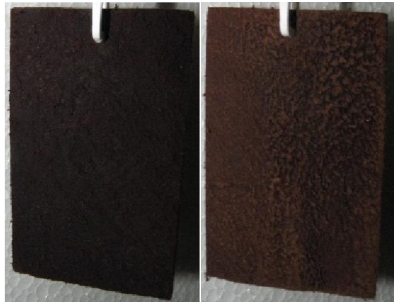
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



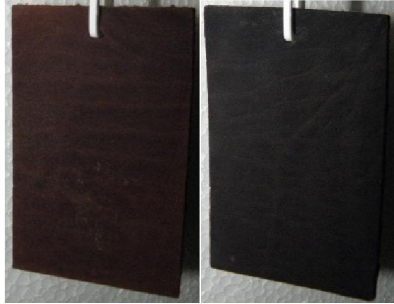
Anhang

Probe V2-3 (Mortanol30 Konzentration 0,2 %)

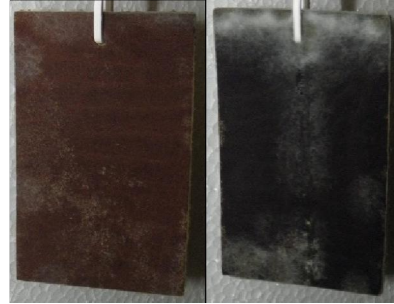
Ausgangszustand Narbenseite



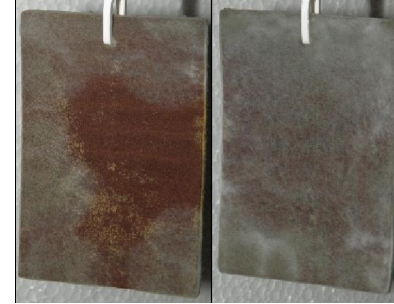
7 Tage



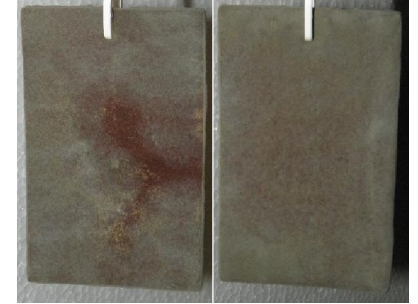
14 Tage



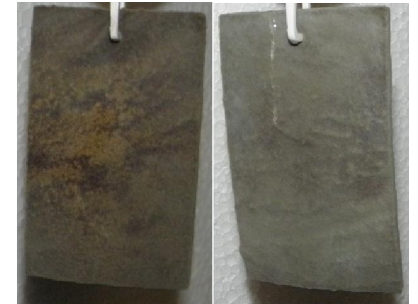
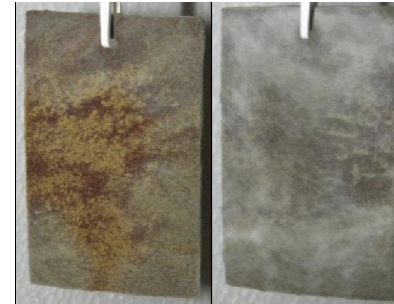
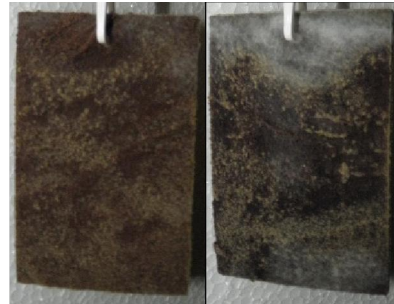
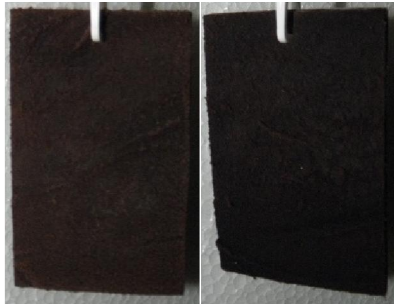
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



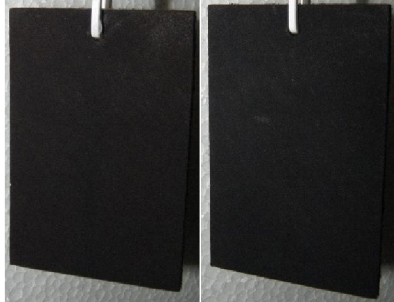
Anhang

Probe V2-4 (Mortanol30 Konzentration 0,25 %)

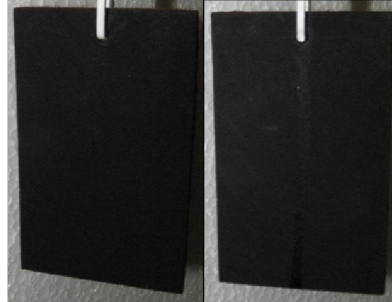
Ausgangszustand Narbenseite



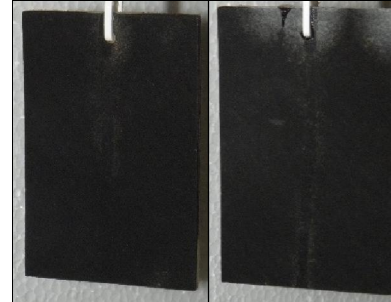
7 Tage



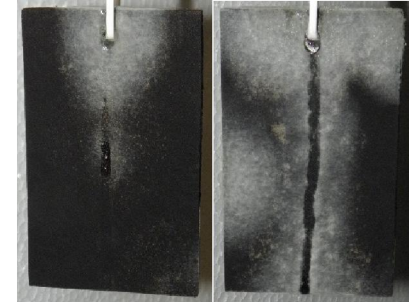
14 Tage



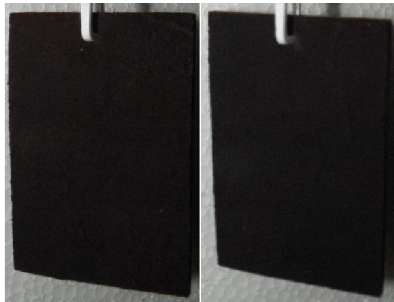
21 Tage



28 Tage



Ausgangszustand Fleischseite



Anhang IV: Auswertungstabelle Leder-Halbfabrikate TEGEWA-Methode

Tabelle 18: Auswertung TEGEWA Leder-Halbfabrikate

Legende:

NS 1 Narbenseite
 NS 2 Narbenseite
 H Hemmhof
 A Bewuchs

Replika 1
 Replika 2
 (mm)
 (mm)

1/A Bewuchs auf Prüfling in mm, ggf. zusätzlich in %
 0/0 kein Bewuchs, kein Hemmhof
 0/H kein Bewuchs, Hemmhof in mm

Tage	Schimmelpilz	Wachstums- kontrolle	1		2		3		4	
			NS 1	NS 2	NS 1	NS 2	NS 1	NS 2	NS 1	NS 2
7	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/0	0/0	0/1	0/1	0/3	0/3	0/2	0/2
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/20	0/20	0/5	0/5	0/23	0/23	0/21	0/21
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/15	0/15	0/4	0/4	0/9	0/9	0/7	0/7
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/1	0/1	0/1	0/1	0/15	0/15	0/10	0/10
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		0/3	0/3	0/0	0/0	1/1	1/1	1/3	1/3
14	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/0	0/0	0/0	0/0	0/3	0/3	0/3	0/3
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/18	0/18	0/3	0/3	0/22	0/22	0/22	0/22
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/7	0/7	0/2	0/2	0/17	0/17	0/3	0/3
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/0	0/0	0/0	0/0	0/15	0/15	0/8	0/8
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		1/1	1/1	0/0	0/0	0/3	0/3	0/2	0/2
21	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/0	0/0	0/0	0/0	0/3	0/3	0/3	0/3
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/17	0/17	0/3	0/3	0/22	0/22	0/20	0/20
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/3	0/3	0/1	0/1	0/15	0/15	0/12	0/12
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/0	0/0	0/0	0/0	0/15	0/15	0/7	0/7
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		1/10	1/10	0/0	0/0	0/3	0/3	0/2	0/2
28	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/0	0/0	0/0	0/0	0/3	0/3	0/2	0/2
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/15	0/15	0/3	0/3	0/20	0/20	0/20	0/20
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/2	0/2	0/0	0/0	0/15	0/15	0/9	0/9
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/0	0/0	0/0	0/0	0/15	0/15	0/7	0/7
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		1/10	1/10	0/0	0/0	0/3	0/3	0/2	0/2

Tage	Schimmelpilz	Wachstums- kontrolle	5		6		7		8	
			NS 1	NS 2	NS 1	NS 2	NS 1	NS 2	NS 1	NS 2
7	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/0	0/0	0/0	0/0	0/2	0/2	0/0	0/0
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/21	0/21	0/7	0/7	0/25	0/25	0/10	0/10
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/17	0/17	0/10	0/10	0/4	0/4	0/11	0/11
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/3	0/3	0/8	0/1	0/7	0/7	0/0	0/0
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		0/4	0/4	0/1	0/1	1/1	1/1	0/0	0/0
14	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/20	0/20	0/7	0/7	0/25	0/25	0/8	0/8
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/5	0/5	0/1	0/1	0/14	0/14	0/10	0/10
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/2	0/2	0/0	0/8	0/6	0/6	0/0	0/0
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		1/1	1/1	1/2	1/2	0/0	0/5	1/1	1/1
21	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/18	0/18	0/5	0/5	0/25	0/25	0/6	0/6
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/3	0/3	0/1	0/4	0/9	0/9	0/2	0/0
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/2	0/2	0/0	0/0	0/7	0/7	0/0	0/0
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		1/5	1/5	1/2	1/2	0/4	0/0	0/0	0/0
28	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/15	0/15	0/5	0/5	0/20	0/20	0/6	0/6
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/3	0/3	0/4	0/0	0/7	0/7	0/1	0/1
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/2	0/2	0/0	0/0	0/6	0/6	0/0	0/0
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		1/10	1/10	1/4	1/4	0/0	0/2	1/1	1/1

Tage	Schimmelpilz	Wachstums- kontrolle	9		10		11		12	
			NS 1	NS 2	NS 1	NS 2	NS 1	NS 2	NS 1	NS 2
7	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/3	0/3	0/2	0/5	0/14	0/14	0/12	0/12
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/15	0/15	0/10	0/10	0/20	0/20	0/20	0/20
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/15	0/15	0/10	0/10	0/25	0/25	0/30	0/30
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/3	0/3	0/2	0/2	0/12	0/12	0/10	0/10
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		0/5	1/6	0/0	0/0	0/20	0/20	0/8	0/8
14	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/3	0/3	0/4	0/0	0/12	0/12	0/4	0/4
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/11	0/11	0/10	0/10	0/20	0/20	0/20	0/20
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/0	0/0	0/2	0/2	0/12	0/12	0/6	0/6
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/3	0/3	0/2	0/2	0/11	0/11	0/10	0/10
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		0/11	0/5	0/6	0/6	0/12	0/12	0/17	0/17
21	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/3	0/3	0/0	0/0	0/5	0/2	0/1	0/1
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/10	0/10	0/10	0/10	0/20	0/20	0/20	0/20
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		1/3	1/3	0/2	0/2	0/6	0/6	0/6	0/6
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/3	0/3	0/2	0/2	0/11	0/11	0/10	0/10
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		0/0	0/10	0/5	0/5	0/12	0/12	0/9	0/9
28	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/3	0/3	0/0	0/0	0/2	0/2	0/1	0/1
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/10	0/10	0/9	0/9	0/20	0/20	0/20	0/20
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		1/10	1/10	0/1	0/1	0/4	0/4	0/2	0/5
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/3	0/3	0/2	0/2	0/10	0/10	0/9	0/9
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		0/10	0/0	0/5	0/5	0/5	0/5	0/7	0/7

Tage	Schimmelpilz	Wachstums- kontrolle	13		14		15		16	
			NS 1	NS 2	NS 1	NS 2	NS 1	NS 2	NS 1	NS 2
7	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/0	0/0	0/0	0/0	0/12	0/12	0/16	0/16
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/17	0/17	0/7	0/7	0/30	0/30	0/30	0/30
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/10	0/10	0/3	0/10	0/13	0/13	0/9	0/9
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/3	0/3	0/1	0/1	0/18	0/18	0/21	0/21
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		0/0	0/0	0/0	0/0	0/15	0/15	0/12	0/12
14	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/0	0/0	0/0	0/0	0/11	0/11	0/16	0/16
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/16	0/16	0/4	0/4	0/30	0/30	0/30	0/30
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/5	0/5	0/9	0/4	0/23	0/23	0/30	0/30
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/2	0/2	0/0	0/0	0/18	0/18	0/22	0/22
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		0/0	0/0	0/0	0/0	0/10	0/10	0/12	0/12
21	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/0	0/0	0/0	0/0	0/10	0/10	0/15	0/15
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/16	0/16	0/4	0/4	0/30	0/30	0/30	0/30
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/5	0/5	0/4	0/4	0/20	0/20	0/30	0/30
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/2	0/2	0/0	0/0	0/18	0/18	0/22	0/22
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		1/1	1/1	0/0	0/0	0/10	0/10	0/12	0/12
28	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/0	0/0	0/0	0/0	0/10	0/10	0/15	0/15
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/13	0/13	0/4	0/4	0/30	0/30	0/30	0/30
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/2	0/2	0/1	0/1	0/20	0/20	0/30	0/30
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/1	0/1	0/0	0/0	0/15	0/15	0/22	
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		1/2	1/2	0/0	0/0	0/10	0/10	0/12	0/12

Anhang

Tage	Schimmelpilz	Wachstums- kontrolle	17		18	
			NS 1	NS 2	NS 1	NS 2
7	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/2	0/2	0/0	0/0
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/20	0/20	0/14	0/14
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/15	0/15	0/8	0/8
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/14	0/14	0/2	0/2
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		0/10	0/10	0/8	0/8
14	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/1	0/1	0/0	0/0
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/17	0/17	0/14	0/14
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/15	0/15	0/7	0/7
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/14	0/14	0/1	0/1
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		1/5	0/0	0/0	0/0
21	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/1	0/1	0/0	0/0
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/17	0/17	0/12	0/12
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/15	0/15	0/7	0/7
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/14	0/14	0/1	0/1
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		1/5	0/0	0/0	0/0
28	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	0/0	0/0	0/0	0/0
	<i>Aspergillus repens</i> DSM 62631		0/17	0/17	0/12	0/12
	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		0/10	0/10	0/4	0/4
	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		0/13	0/13	0/1	0/1
	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		1/10	0/0	0/0	0/0

Anhang

Anhang V: Auswertungstabelle Lederproben V1 TEGEWA-Methode

Tabelle 19: Auswertung Lederproben TEGEWA-Methode V1

Legende

H Hemmhof in mm

A Wachstum in % der Oberfläche bzw. mm

1/A Bewuchs auf Prüfling, ggf. zusätzlich in %

0/0 kein Hemmhof, kein Bewuchs

0/H Hemmhof vorhanden, Angabe in mm

					20 °C	95% rLF	1M=4Wo
					KM = Mortanol30		
150408				0%= NULLProbe	0,015%	0,03%	0,35%
Inkub. (Tage)	SP-Nr.	Schimmelpilz	Bewuchs- Kontrolle				
7	1	Aspergillus niger DSM 2143	100%	1/A10%	1/A50%	1/A50%	0/0
	2	Penicillium pinophilumDSM 1960		1/A?%	1/A15%	1/A40%	0/0
	3	*Trichoderma viride DSM 63065		1/A	1/A60%	1/A85%	1/A10%
	4	*Hormoconis resinae DSM 63423		1/A10%	1/A15%	1/A15%	0/0
		Kontrolle ohne MO		1/A	0/0	0/0	0/0
14	1	Aspergillus niger DSM 2143	100%	1/A	1/A	1/A	1/A10%
	2	Penicillium pinophilumDSM 1960		1/A80%	1/A	1/A55%	1/A 5%
	3	*Trichoderma viride DSM 63065		1/A	1/A	1/A	1/A60%
	4	*Hormoconis resinae DSM 63423		1/A85%	1/A85%	1/A80%	1/A 1%
		Kontrolle ohne MO		1/A	1/A25%	1/A40%	0/0

Anhang

21	1	Aspergillus niger DSM 2143	100%	1/A	1/A	1/A	1/A50%
	2	Penicillium pinophilum DSM 1960		1/A	1/A	1/A	1/A15%
	3	*Trichoderma viride DSM 63065		1/A	1/A	1/A	1/A95%
	4	*Hormoconis resinae DSM 63423		1/A	1/A90%	1/A95%	1/A-5%
		Kontrolle ohne MO		1/A	1/A-75%	1/A	0/0+1Kont.
28	1	Aspergillus niger DSM 2143	100%	1/A	1/A	1/A	1/A90%
	2	Penicillium pinophilum DSM 1960		1/A	1/A	1/A	1/A15%
	3	*Trichoderma viride DSM 63065		1/A	1/A	1/A	1/A95%
	4	*Hormoconis resinae DSM 63423		1/A	1/A?%	1/A?%	1/A30%
		Kontrolle ohne MO		1/A	1/A90%	1/A	1/A50%

Anhang VI: Auswertungstabelle Lederproben V2 TEGEWA-Methode

Tabelle 20: Auswertung Lederproben TEGEWA-Methode V2

NS 1

NS 2

H

A

Narbenseite

Narbenseite

Hemmhof

Bewuchs

Replika 1

Replika 2

(mm)

(mm)

1/A

0/0

0/H

Bewuchs auf Prüfling in mm, ggf. zusätzlich in %

kein Bewuchs, kein Hemmhof

kein Bewuchs, Hemmhof in mm

PNS	Tage	SP-Nr.	Schimmelpilz	Wachstums-kontrolle	0 ppm		125 ppm		300 ppm		7500 ppm	
					NS 1	NS 2	NS 1	NS 2	NS 1	NS 2	NS 1	NS 2
5	7	2	<i>Aspergillus niger</i>	100%	13	13	15	15	14	14	0	0
		3	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		15	15	15	15	15	15	0	0
		4	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065		15	15	0	0	0	0	0	0
		5	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		1	2	15	15	15	15	0	0
	14	2	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	15	15	15	15	15	15	0	3
		3	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		15	15	15	15	15	15	0	0
		4	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065*		15	15	15	15	15	15	1	1
		5	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		15	15	15	15	15	15	0	0
	21	2	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	15	15	15	15	15	15	1	2
		3	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		15	15	15	15	15	15	15	15
		4	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065*		15	15	15	15	15	15	5	5
		5	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		15	15	15	15	15	15	0	0
	28	2	<i>Aspergillus niger</i> DSM 2143	100%	15	15	15	15	15	15	15	15
		3	<i>Penicillium funiculosum</i> DSM 1960		15	15	15	15	15	15	0	0
		4	<i>Trichoderma viride</i> DSM 63065*		15	15	15	15	15	15	8	8
		5	<i>Hormoconis resinae</i> DSM 63423		15	15	15	15	15	15	0	0

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Mittweida, den 18.09.2015

Patrick Richter